

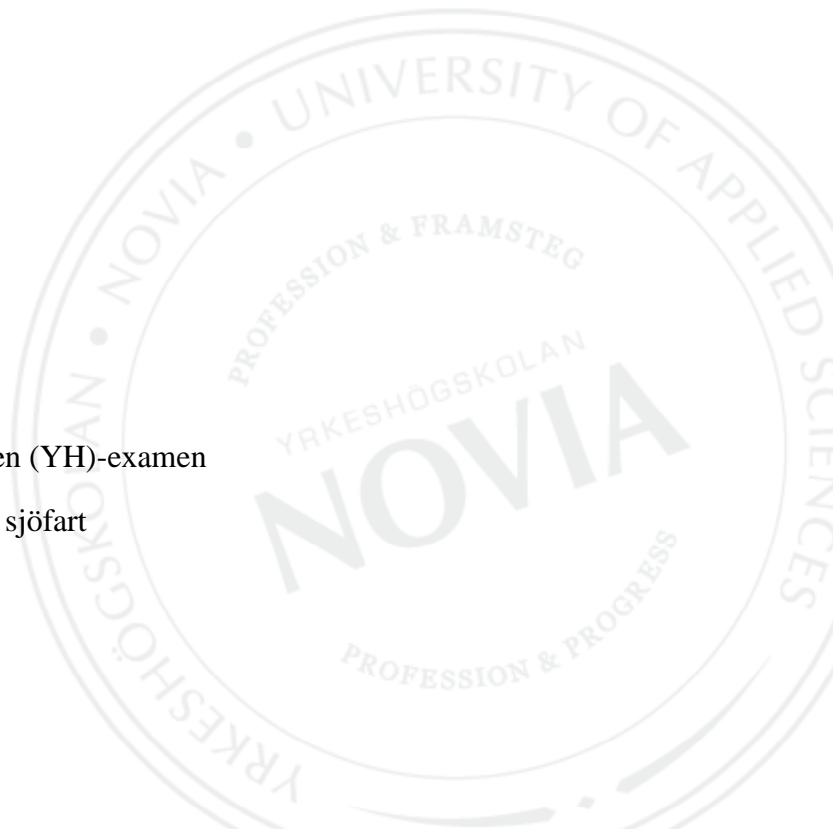
Aluksen mekaaninen pohjanpuhdistus

Sauli Rämö

Examensarbete för Sjökapten (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för sjöfart

Åbo ,2013



OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sauli Rämö

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Turku

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Sjökapten YH

Ohjaajat: Mats Enberg

Nimike: **Aluksen mekaaninen pohjanpuhdistus**

Päivämäärä: 22.4.2013

Sivumäärä: 65

Liitteet: 0

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mekaanisen pohjan puhdistamisen vaikutus aluksen polttoaineen kulutukselle.

Työssä esitellään yleistietoa kulkuvastuksesta, aluksien vedenalaisesta rungosta, aluksen pohjan maalaustekniikoista, korroosion vaikutuksesta maalipintaan sekä epäpuhtauksien vaikutuksesta aluksen taloudelliseen sekä ympäristöystävälliseen kulkuun.

Työssä esitellään aluksen mekaaniseen pohjanpuhdistuksen menetelmät ja siitä saatavat hyödyt polttoaineen sekä ympäristön säästämiseksi.

Aluksen taloudellisen sekä ympäristöystävällisen kulkemisen osuus, sukellus tietous sekä maalaus tietous perustuu haastatteluihin sekä eri yhtiöiden tutkimuksiin.

Työlle asetetut tavoitteet täyttyvät hyvin ja työ selvittää lukijalle aluksen mekaanisesta pohjan puhdistamisesta saatavat taloudelliset sekä ympäristöystävälliset hyödyt.

Tutkimus on tilaustyö Turkulaiselle DG-diving group:lle joka on suurin Suomessa toimiva mekaanisia pohjanpuhdistuksia tarjoava yritys.

Kieli: Suomi

Avainsanat: Aluksen pohjan mekaaninen puhdistus, laivan maalaus

Opinnäytetyö on saatavilla ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Sauli Rämö

Degree Programme: Degree Programme in Maritime Studies, Turku

Specialization: Bachelor of Marine Technology

Supervisors: Mats Enberg

Title: **Mechanical cleaning of vessel bottom**

Date: 22.04.2013

Number of pages: 65

Appendices: 0

Summary

The purpose of this study is to investigate the effect of mechanical cleaning of the bottom on the vessel's fuel consumption.

I begin with some basic information on the resistance effect of a ship's underwater hull, bottom painting techniques and the effect of corrosion on the paint.

I then discuss economic and environmental effects of hull fouling.

The work further describes the technique of mechanical cleaning of a ship's bottom cleaning and the benefits of a clean hull to save fuel as well as the environment.

I base my discussion on ship economics, eco-friendliness, diving and painting on interviews with different companies, as well as different studies.

The objectives of the thesis are reached well and the work gives the reader a picture of economic and environmental benefits of mechanical cleaning of ships.

The study was commissioned by DG-diving Group (Turku, Finland). DG-diving is Finland's biggest provider for effective mechanical cleansing.

Language: Finnish

Key words: Cleaning of hull, Hull painting

The examination work is available at the electronic library Theseus.fi

EXAMENSARBETE

Författare: Sauli Rämö

Utbildningsprogram och ort: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Åbo

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Sjökapten YH

Handledare: Mats Enberg

Titel: **Aluksen mekaaninen pohjanpuhdistus**

Datum: 22.4.2013

Sidantal: 65

Bilagor: 0

sammandrag

Syftet med denna studie är att undersöka effekten av mekanisk rengöring av botten på fartygets bränsleförbrukning.

I början beskrivs motståndets effekten av fartygets botten, fartygets bottenmålningstekniker, effekten av korrosion i en yta av färg samt den ekonomiska effekten och miljöpåverkan av ett rent skrov.

Arbetet beskriver också fartygets bottenrengöring på mekanisk väg och fördelarna med ett rent skrov för att spara bränsle samt miljö.

Jag baserar min diskussion rörande fartygets ekonomi, miljövänlighet, dykning, och målningstekniker på intervjuer med olika företag, samt på olika studier.

Arbetets mål uppnås väl och arbetet ger läsaren en bild av mekanisk rengöring av fartyget samt de miljömässiga fördelarna av det.

Undersökningen gjordes på uppdrag av DG-diving Group (Åbo, Finland). DG-diving är Finlands största leverantör för effektiv mekanisk rengöring.

Språk: Finska

Nyckelord: Rengöring av botten, Botten målning

Examensarbetet finns tillgänglig i webbiblioteket Theseus.fi

Sisällysluettelo

1 Johdanto	1
1.1 Tavoite	2
1.2 Ongelmanasettelu.....	2
1.3 Rajausta.....	2
2 Tutkimusmenetelmät.....	3
3 Työn tilaaja	3
4 Taustatietoa mekaanisesta pohjan puhdistuksesta	4
5 Kulkuvastuksen kehittyminen.....	5
5.1 Potkurin- pohjan puhdistuksen merkitys prosentuaalisesti.....	5
5.2 Eri puhdistus tapojen vaikutus kulkuvastukseen	6
5.3 Telakointi puhdistustyön laadun merkitys	7
5.4 Maalipinnan valinnan vaikutus kulkuvastukseen	7
5.5 Seitsemän vastaavan laivan kulkuvastuksen lisääntyminen	8
6 Aluksen vedenalainen runko.....	9
6.1 Keula	10
6.2 Syväys lukemat	10
6.3 Vesiraja	10
6.4 Vedenalainen runko	10
6.5 Echo/log	10
6.6 Keula visiiri.....	11
6.7 Törmäyslista.....	11
6.8 Vakaaja	12

6.9 Potkurit.....	13
6.10 Peräsin.....	13
6.11 Peräpohja runko	13
7 Aluksen pohjan pintamateriaalit	14
7.1 Myrkky- eli antifouling maalit.....	14
7.2 Ympäristö normit.....	15
7.3 Tinan vaarallisuus ravintoketjussa.....	15
7.4 Nykyiset laivan pohjamaalit	16
8 Nykyiset laivan pohjan maali vaihtoehdot.....	16
8.1 AC, Anti Corrosion maali	16
8.2 AC- lasikuitu säikeet.....	17
8.3 AF, Anti Fouling maali	18
8.4 FR, Fouling Release maali.....	19
8.5 Sealer/tie coat/Tartuntamaali	19
8.6 Pohjan pintamaalejen käyttö prosentuaalisesti	20
8.7 Maalipintojen ominaisuudet	20
8.8 AC+AF- maalipinnan koostumus	22
8.9 AC+FR maalaus.....	23
8.10 Maalipinnan kirkkaus	23
9 Aluksen pohjassa olevien epäpuhtauksien vaikutus kulkuvastukseen	23
9.1 Mikrobi kasvillisuus	24
9.2 Rikka/Ruoho kasvilisuus	25
9.3 Simpukka organismit	26
9.3.1 Liikkeellä olo prosentti ja vauhti	27
9.3.2 Paljon muuttuva syväys	27
9.3.3 Veden kirkkaus ja auringon valo	27

10 Pohjan epäpuhtauksiin vaikuttavat tekijät	28
10.1 Aluksen liikkeellä- ja paikoillaan oleminen	28
10.2 Veden suolapitoisuus	28
10.3 Veden lämpötila	29
10.4 Jäissä ajon vaikutus epäpuhtauksiin	29
10.5 Auringon vaikutus rungon epäpuhtauksiin	31
11 Pohjassa olevat epäpuhtaudet ja niiden synty	32
12 Epäpuhtauksien vaikutus rungon kulkuvastukseen	33
12.1 Kulkuvastus	34
12.2 Kulkuvastuksen vaikutus polttoaineen kulutukseen	34
13 Aluksen pohjan mekaaninen puhdistus.....	35
13.1 Telakalla tapahtuva pohjan puhdistus.....	35
13.2 Sukeltamalla tapahtuva pohjan puhdistus.....	36
14 Puhdistus sukellus.....	37
14.1 Pohja puhdistuksen työskentely suunta ja eteneminen	37
14.2 Laiturilla työskentelevä sukelluksen valvoja	38
15 Sukellukseen ja puhdistukseen tarvittava laitteisto	39
15.1 Laiturilla oleva laitteisto	39
15.2 Sukeltajan laitteisto	40
15.3 Paineputkien käyttö harjausta suorittaessa	42
15.4 Hapensaanti ja hapensaannin valvominen	43
16 Satamassa käytettävä harjauskone	44
17 Merellä käytettävä harjauskone	45
17.2 Merellä suoritettavien harjausten sijainnit.....	46
18 Harjauskoneen toiminta periaate	46
18.1 Pehmeä harja.....	47

18.2 Kova harja.....	48
19 Silikoni maalin puhdistus.....	49
20 Potkureiden puhdistus.....	49
21 Puhdistus työn suunnittelu	49
22 Puhdistus työn tarkistus	50
23 Kulkuvastus analyysin tekeminen	50
24 Kulkuvastuksen lisääntymisen tutkimustuloksia NAPA Group.....	51
24.1 Tuloksien yhteenveto.....	51
24.2 Suorituskyvyn toteen näyttäminen.....	52
24.3 Kulkuvastuksen muutos eri pohjan puhdistuksen jälkeen.....	53
24.4 Kyseisen aluksen käyttämän energian käyttö-jae	54
24.5 Tutkimuksessa olleen aluksen operointi aika	54
24.6 Kulkuvastuksen vaikutus polttoaineen kulutukseen	55
25 Eniram.....	56
25.1 Eniram:in tutkimuksen laajuus	56
25.2 Epäpuhtaudet eri merialueilla	57
25.3 Telakoinnin vaikutus kulkuvastukseen Eniram.	59
25.4 Mekaanisen pohjanpuhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen Eniram.	59
25.4.1 Epäonnistunut pohjanpuhdistus sukeltamalla.....	60
25.5 Aluksen pohjan kulkuvastuksen taloudellinen vaikutus Eniram.	61
26 Polttoaineen säästäminen Suomalaisissa varustamoissa.....	63
27 Johtopäätökset ja kehitysideat	64
28 Loppusanat.....	65
29 Kriittinen tarkastelu	66

1 Johdanto

Merenkulun on ollut aikojemme alusta asti maailman laajuisen kaupanteon perusta. Kun ennen aikoinaan laivoja kuljetti tuuli- tai soutu voima, niin nykyään laivojamme liikuttaa erinäiset koneet. Koneiden ansiosta laivojemme kulkunopeus on noussut huomattavasti ja siten globaalisti toimiva maailman kaupan nopeuden vaatimukset ovat kohdistuneet myös kauppamerenkulkuun.

Käytettyjen polttoaineiden määrät ovat lisääntyneet laivojen tarvittaessa lisää kulku vauhtia, sekä aluksien koon kasvaessa. Varustamoiden kustannuksista yhä suurempi osa on polttoaine kustannuksia. Jatkuvasti kallistuva polttoaineen hinta on pakottanut varustamot etsimään uusia keinoja kustannuksien minimoimiseksi.

Opinnäytetyöni esittelee mekaanisen pohjanpuhdistuksen ja kuinka työ suoritetaan telakalla, satamassa tai merellä. Opinnäyte työssäni on käyty myös läpi aluksen pohjan maalaus pinta vaihtoehtoja ja siihen kohdistuvaa korroosio räsitystä. Työni perehdyttää myös eri epäpuhtauksiin aluksen pohjassa jotka vaikuttavat polttoaine kulujen lisääntymiseen. Lopuksi esitellään tutkimus tuloksia jotka näyttävät selkeästi kuinka aluksen pohjassa olevat epäpuhtaudet vaikuttavat aluksen polttoainekulutukseen sekä kulkuvauhdin alenemiseen.

Alusten taloudellinen kulku on ollut aina mielestäni mielenkiintoinen osa aluetta. Työ elämäni kokemukset herätti oman kiinnostukseni mekaaniseen pohjan puhdistamiseen ja siitä saataviin hyötyihin. Lähes kaikki opinnäyte työssä ilmenevä tieto on tullut tutuksi myös käytännössä omien kokemusten tai maali- sekä puhdistus-alan ammattilaisten kanssa keskustellessa sekä puhdistus työtä seurattaessa.

Halusin tuoda paremmin tutuksi laivahenkilö kunnalle sekä aiheesta kiinnostuneille ihmisille mitä mekaaninen pohjan puhdistus on ja toivon että tästä dokumentoinnista olisi hyötyä vaikka opetuskäytössä.

1.1 Tavoite

Tämän opinnäyte työn tavoitteena on selvittää lukijalle, mahdollisesti täysin merenkulusta ymmärtämättömälle henkilölle miten paljon laivan pohjan puhtaalla- tai likaisella kunnolla on merkitystä aluksen taloudelliseen sekä ympäristöä säästävään kulkuun.

Tavoitteena on myös pyrkimys lisätä nuorten aloittelevien merenkulkijoiden ja varsinkin kansi päällystön osaamista ja tietoisuutta mekaanisesta pohjan puhdistamisesta ja siitä saatavista hyödyistä.

1.2 Ongelmanasettelu

Suureksi ongelmaksi laivojen taloudelliselle ja ympäristö ystävälliselle kululle on aluksen pohjaan kiinnittyvät epäpuhtaudet. Opinnäyte työssäni olen yrittänyt antaa vastauksen seuraaviin kysymyksiin:

- Oikean maalausmenetelmän/pinnan valitseminen alustyyppille.
- Aluksen pohjan likaantumiseen vaikuttavat tekijät.
- Aluksen mahdollisimman taloudellinen kulku.
- Aluksen mahdollisimman ympäristö ystävällisen kulku.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyssäni käyn läpi aluksen mekaanisen pohjanpuhdistuksen satama olosuhteissa sukeltamalla sekä aluksen ollessa kuiva telakoituna. Opinnäyte työssäni keskitytään pääasiassa aluksen vertikaalipintojen puhdistukseen sukeltamalla ja siitä saataviin taloudellisiin hyötyihin. Käyn myös läpi aluksen pohjaan kiinnittyvien epäpuhtauksien eri tyypit ja niiden vaikutuksen aluksen taloudellisen- sekä ympäristöä

säästävään kulkuun. Opinnäytetyössä esitellään myös epäpuhtauksien lisääntymiseen vaikuttavia tekijöitä.

Opinnäytetyössäni käyn läpi aluksen pohjan eri maalaus menetelmiä ja eri maalipintojen ominaisuuksia. Jotta maalaus osiosta ei tulisi liian kattava, niin rajasin pois opinnäytetyöstäni itse maalaustyön menetelmät ja uuden maali pinnan tarkastuksen, sekä eri maali väri vaihtoehtojen vaikutuksen epäpuhtauksien syntyyn. Esittelen myös tutkimus tuloksia aluksen mekaanisen pohjanpuhdistuksen vaikutuksesta aluksen polttoaine kulutukseen. Jotta opinnäyte työstäni tulisi mahdollisimman toden mukainen, käytän opinnäytetyössäni vain tieteellisellä tutkimustuloksiin perustuvaa materiaalia. Rajasin pois haastattelut sekä kyselyt ammatti merenkulkijoilta, sillä mielestäni mekaanisen pohjanpuhdistuksen tulokset voi analysoida vain tieteellisin näytöin.

2 Tutkimusmetodit

Opinnäytetyöni perustuu työni henkilö haastatteluihin sekä tilaajalta saamiin kirjallisiin aineistoihin mekaanisen pohjanpuhdistuksen osalta. Tämän opinnäytetyön maalaus, sekä tieteelliset näytöt perustuvat eri firmoilta saatuihin kirjallisiin tieteellisiin tutkimus tuloksiin sekä henkilö haastatteluihin. Opinnäytetyössäni käytetyn kirjallinen materiaali on ollut suomen-, ruotsin- ja englanninkielistä.

3 Työn tilaaja

Tämän työn tilaaja on turkulainen sukelluskorjaus töitä suorittava DG-Diving Group. DG-Diving Group toimii pääsääntöisesti Suomessa sekä ympäri Eurooppaa. DG-Diving Group suorittaa aluksille korjaus-, puhdistus- sekä tarkastus sukelluksia. DG-Diving Group on Suomen johtava sukellus korjaus- sekä puhdistus töitä suorittava firma.

DG-Diving Group:in asiakkaisiin on kuulunut jo useamman vuoden ajan myös Viking-Line. Opinnäytetyön tekijä Sauli Rämö toimii perämiehenä Viking-Line:n M/S Mariella:lla.

4 Taustatietoa mekaanisesta pohjan puhdistuksesta

Alusten pohjan kunnostus töitä on tehty jo kauppa merenkulun alkuajoista asti. Alusten pohjan putsaukseen käytettiin aikaisemmin vain telakoinnissa tapahtuvia puhdistus ja kunnostus toimenpiteitä.

Kun aluksia ruvettiin valmistamaan metallista tuli merenkulun päänaivaksi metalleille tyypillinen korroosio eli ruostuminen. Metallin suojaamiseksi korroosiolta on alusten runko aina peitetty maalilla, jottei metalli olisi suorassa kontaktissa aluksen ympärillä olevaan veteen.

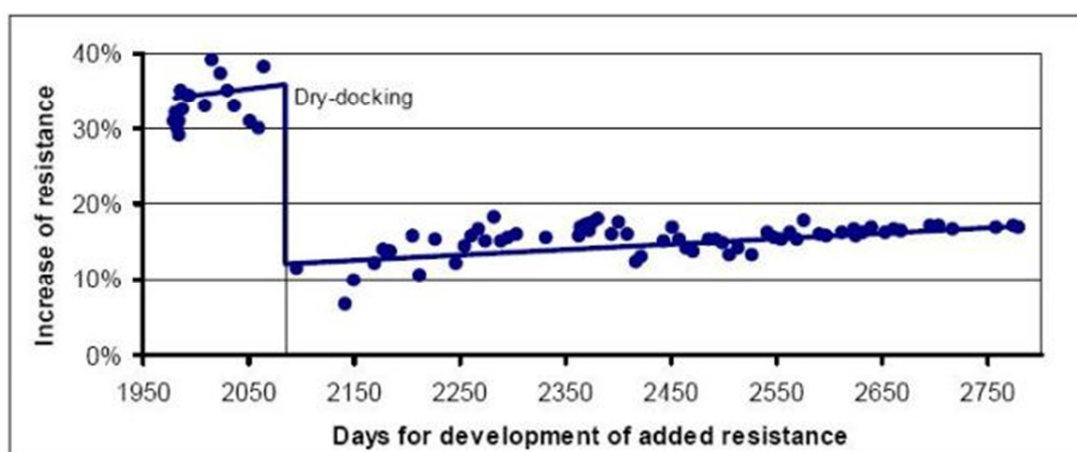
Korroosio suojien kehittyessä alusten rakenteita voitiin maalata aina vain tehokkaammilla korroosion esto maaleilla. Tina pohjaiset ns. myrkkymaalit kiellettiin kun ne todettiin ajan kuluessa luontoa saastuttaviksi. Myrkkymaalitkaan eivät täysin ehkäisseet aluksen pohjaan kertyviä epäpuhtauksia joten oli keksittävä jotain uutta.

Jo 1970 luvun lopulla The Economic Importance of Hull Condition kirjassa viitataan aluksen kulkuvastuksen huomattavaan nousuun johtuen pinnan epäpuhtauksista ja epätasaisuudesta (Towsin & Wynne, 20-27). Näistä päivistä on harjoitettu aluksen pohjan putsausta aina suuremmissa määrin.

Monesti aluksen pohjan putsauksen suurin este on ollut se, että varustamot ja sen laivoilla työskentelevät kansipäällystön jäsenet ole tarpeeksi tietoisia puhdistuksesta saatavista hyödyistä. Polttoaineen hinnan jatkuvasti noustessa alusten omistajat ja niillä työskentelevä kansipäällystö ovat ottaneet käyttöönsä enemmän pohjan mekaanisen puhdistuksen.

5 Kulkuvastuksen kehittyminen

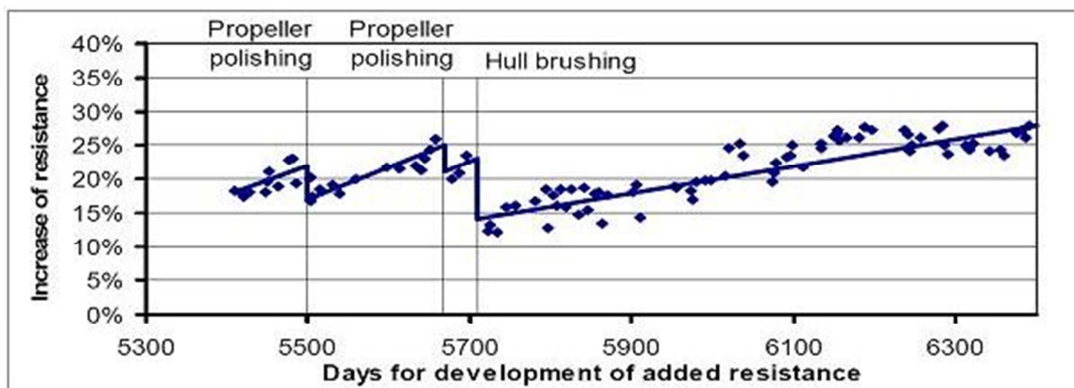
Kuvassa 1 on kuvattu aluksen kulkuvastuksen kehittymistä. Kuten kuvasta käy ilmi niin aluksen kulkuvastus kehittyy noin 2 % per vuosi. Kuvassa on myös hyvin nähtävissä kuivatelakoinnissa tehdyn puhdistuksen vaikutus aluksen kulku vastukseen. (Seaworks, 2012)



Kuva 1. Kulkuvastuksen vähentyminen telakoinnissa, (Seaworks, 2012)

5.1 Potkurin- pohjan puhdistuksen merkitys prosentuaalisesti

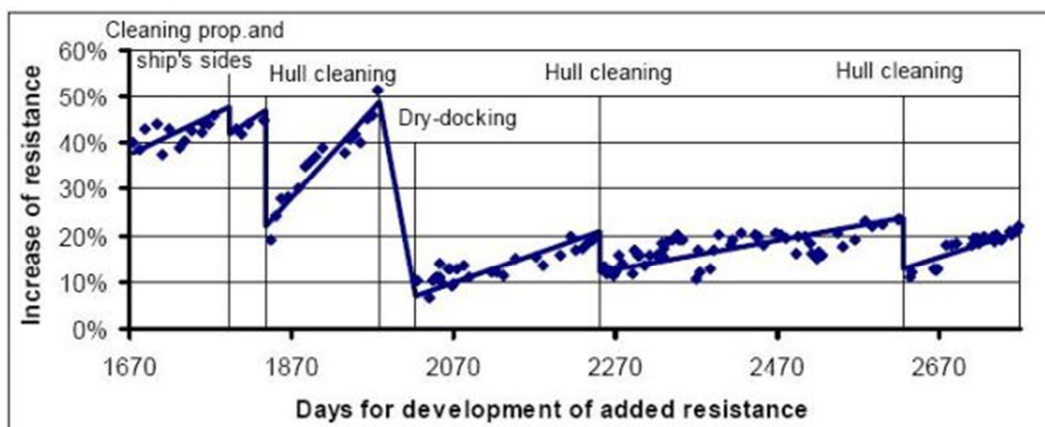
Kuvassa 2 on kuvattu aluksen potkurin- sekä pohjan puhdistuksesta saatua hyötyä prosentuaalisesti. Kuten kuvasta käy ilmi niin aluksen kulkuvastus pienenee jokaisella potkurin kiillotuksella noin 5 % prosenttia jotka on suoritettu 6 n kuukauden intervaleilla. Aluksen pohjan putsauksella saavutetaan huomattava pienennys aluksen kulkuvastukseen. (Seaworks, 2012)



Kuva 2. Potkurin- sekä pohjan puhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen, (Seaworks, 2012)

5.2 Eri puhdistus tapojen vaikutus kulkuvastukseen

Kuvassa 3 kuvataan erittäin epäpuhtaan aluksen kulkuvastusta. Kyseisellä aluksella oli kokeen alkaessa suuri kulkuvastus kuten kuva 3 osoittaa, noin 50 %. Alukselle suoritettua potkurin- ja rungon vesitasen korkuinen puhdistus vaikuttivat kulkuvastukseen noin 5 %. Kun alukselle suoritettiin koko rungon kattava puhdistus, niin kulkuvastus väheni jopa 22 %. Aluksen kulkuvastusta vähentäväksi toimenpiteeksi kuiva telakointi ja rungon täydellinen läpikäynti on merkittävin. Telakoinnilla voidaan saavuttaa jopa 42 % muutos kulkuvastukseen. (Seaworks, 2012)

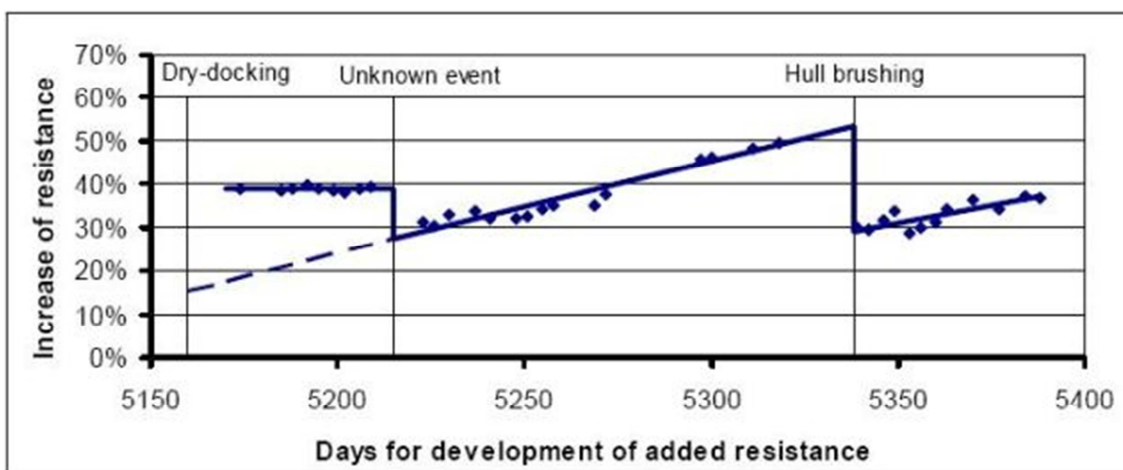


Kuva 3. Eri pohjan puhdistuksien vaikutus kulkuvastukseen, (Seaworks, 2012)

5.3 Telakointi puhdistustyön laadun merkitys

Kyseisellä aluksella oli telakoinnin jälkeen erittäin suuri kulkuvastus (40 %). Kulkuvastus oli stabiili pidemmän aikaa kunnes se tippui äkillisesti kuten kuva 4 osoittaa. Tietämättömän tapahtuman jälkeen kulkuvastus nousi äkillisesti jopa 6 % kuukausi vauhtia. Aluksen rungon puhdistuksella kulkuvastusta saatiin jopa 50 % alhaisemmaksi. Kuitenkin heti rungon puhdistuksen jälkeen kulkuvastus nousi edelleen aiemmin havaitulla nopeudella.

Rungon nopealle likaantumiselle löydetty syy oli aluksen telakoinnissa huonosti tehdyt korjaus/ hoito työt. (Seaworks, 2012)

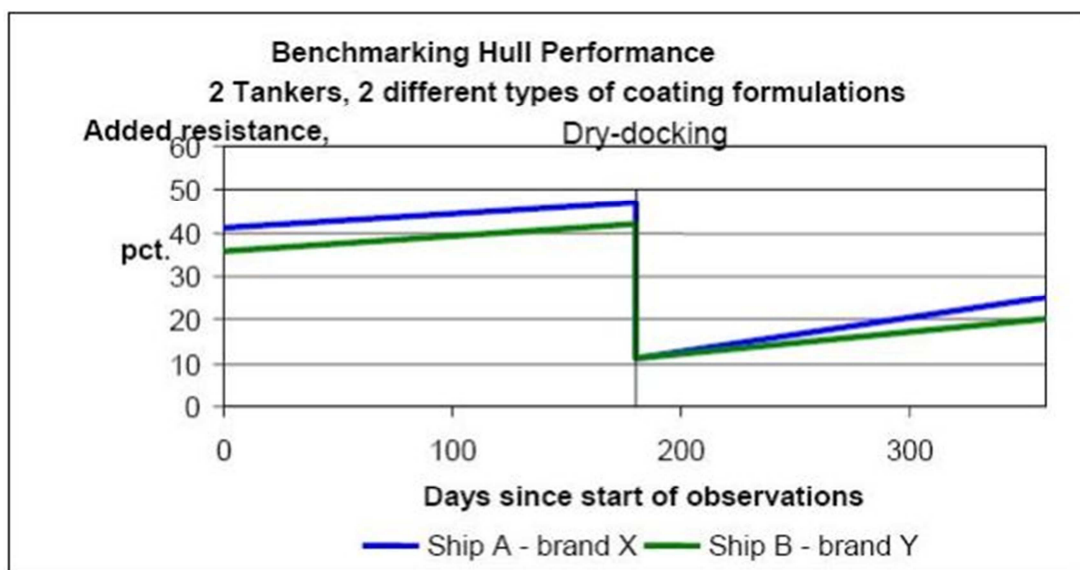


Kuva 4. Kulkuvastuksen väheneminen, (Seaworks, 2012)

5.4 Maalipinnan valinnan vaikutus kulkuvastukseen

Kuvassa 5 on kuvattu kahta tankki alusta ja niiden kulkuvastusta. Alusten kulkuvastus oli ennen telakointia samalla lailla nouseva. Kuivatelakoinnissa alusten pohjat käsiteltiin eri maali pinnoilla.

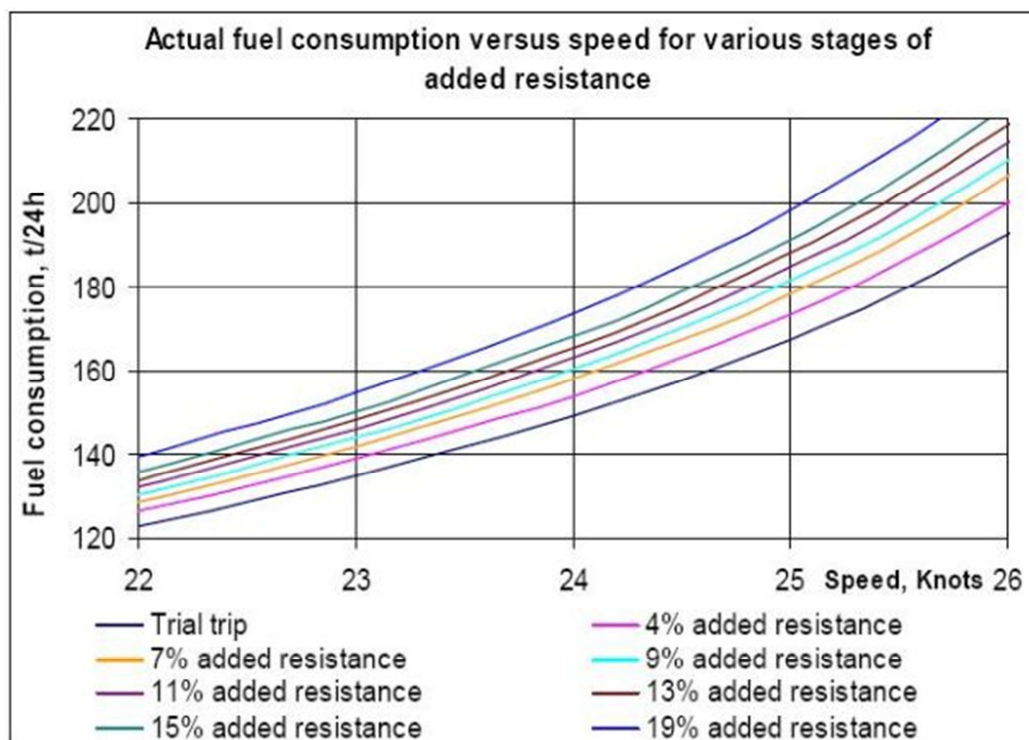
Kuten kuvasta 5 näkee, niin telakoinnin ja pohjan maalauksen jälkeen A-laivan kulkuvastus on eroava verrattuna B-laivaan. Ajan kuluessa ja telakointi välin ollessa 3 vuotta laivojen kulkuvastuksen ero tulee kasvamaan jatkuvasti. (Seaworks, 2012)



Kuva 5. Kahden samanlaisen aluksen kulkuvastus erot, (Seaworks, 2012)

5.5 Seitsemän vastaavan laivan kulkuvastuksen lisääntyminen

Kuvassa 6 on kuvattu seitsemän samanlaisen aluksen lisääntyvää kulkuvastusta. Kyseisten alusten ollessa käytössä ja kulkuvastuksen noustessa ajan kuluessa, myös aluksen käyttämä polttoaine määrä kasvaa jotta alus pystyisi saavuttamaan halutun nopeuden. Kyseisten alusten keskimääräinen polttoaineen kulutus on noussut 156:sta tonnist- 174:teen tonniin vuorokaudessa 24 solmun saavuttamiseksi. (Seaworks, 2012)



Kuva 6. Kulkuvastuksen lisääntymisen vaikutus laivan polttoaineen kulutuksen lisääntymiseen sekä huippu kulkuvauhdin laskuun, (Seaworks, 2012)

6 Aluksen vedenalainen runko

Aluksen vesirajan alapuolella on laivan osia ja alueita joita ei näe paljaalla silmällä muuta kuin jos alus on kuiva telakoituina. Mekaanista putsausta suorittava sukeltaja käy sukellus putsauksen aikana läpi laivan pohja rungon alueita joita seuraavissa esimerkeissä ja kuvissa on havainnollistettu. Tässä osiossa (6-6.11) esitetyt tiedot perustuvat omiin havaintoihin sekä perämiehenä työskennellessäni opittuihin tietoihin. Tällä osiolla halusin havainnollistaa aluksen vedenalaisen rungon osia lukijoille jotka eivät ole merenkulkuun perehtyneitä henkilöitä.

6.1 Keula

Bulb aluksen keulassa vesirajan alla oleva keulapaksunnos jonka tehtävänä on vähentää laivan kulkuvastusta vedessä joka vähentää näin ollen polttoaineen kulutusta. Bulb-rakenne ei sovellu jäänmurtajiin.

6.2 Syväys lukemat

Aluksen keula- sekä peräsyväys voidaan havainnollistaa aluksen keula- ja peräosaan maalatuista syväys asteikosta.

6.3 Vesiraja

Aluksen vesiraja vaihtelee aluksen köli syvyyden mukaan. Mitä kevyempi alus on niin, sitä pienempi syväys on.

6.4 Vedenalainen runko

Aluksen rungon muoto on kapea ja putkimainen aluksen keulassa jotta aluksen kulkuvastus olisi mahdollisimman pieni.

6.5 Echo/log

Yleensä aluksen keulassa sijaitsevalla echo/logilla mitataan kölin alla olevan veden syvyyttä sekä aluksen kulku nopeutta. Echo/log toimii ääni-aalloilla joiden lähetys- ja takaisin vastaanotto ajan erotuksella laite tunnistaa syvyyden sekä aluksen kulku nopeuden.

6.6 Keula visiiri

Kyseistä alusta voidaan lastata sekä purkaa lastista kyseisen visiirin ollessa auki. Visiirin tehtävä avonaisena satamassa on mahdollistaa aluksen lastin lastaus- sekä purkaus. Aluksen ollessa liikkeessä on visiitin oltava suljettuna ja lukittuna sisäpuolisesti. Kyseisessä kuvassa visiiri on auki asennossa aluksen ollessa telakoituna.



Kuva 7. M/S Isabella keula-bulb (Sauli Rämö, 2010)

6.7 Törmäyslista

Aluksen keulasta perään ulottuvalla törmäyslistalla ehkäistään alukselle mahdollisia vaurioita aluksen ollessa kiinnitettynä laituriin. Alus makaa laiturissa oleviin fendareihin (lepuuttaja) törmäyslistan matkalta.



Kuva 8. M/S Isabellan oikea keulasivu (Sauli Rämö, 2010)

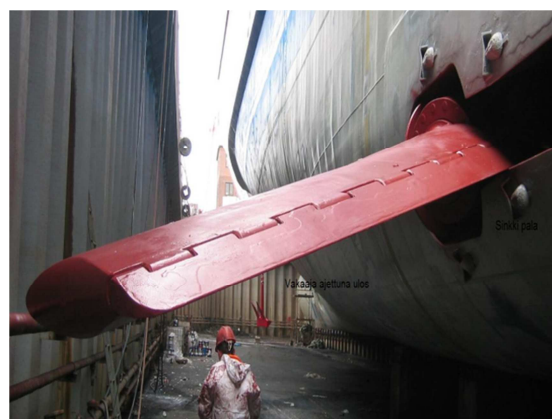
6.8 Vakaaja

Moderneissa- ja varsinkin uudemmissa matkustaja aluksissa on monesti asennettuina vakaajat. Vakaajilla voidaan vähentää aluksen keinumista sivulta sivulle kovassa merenkäynnissä.

Vakaaja sisällä



Vakaaja 80 % ulkona



Kuva 9, 10. M/S Isabellan vakaaja sisällä ja 80 % ulkona (Sauli Rämö, 2010)

6.9 Potkurit

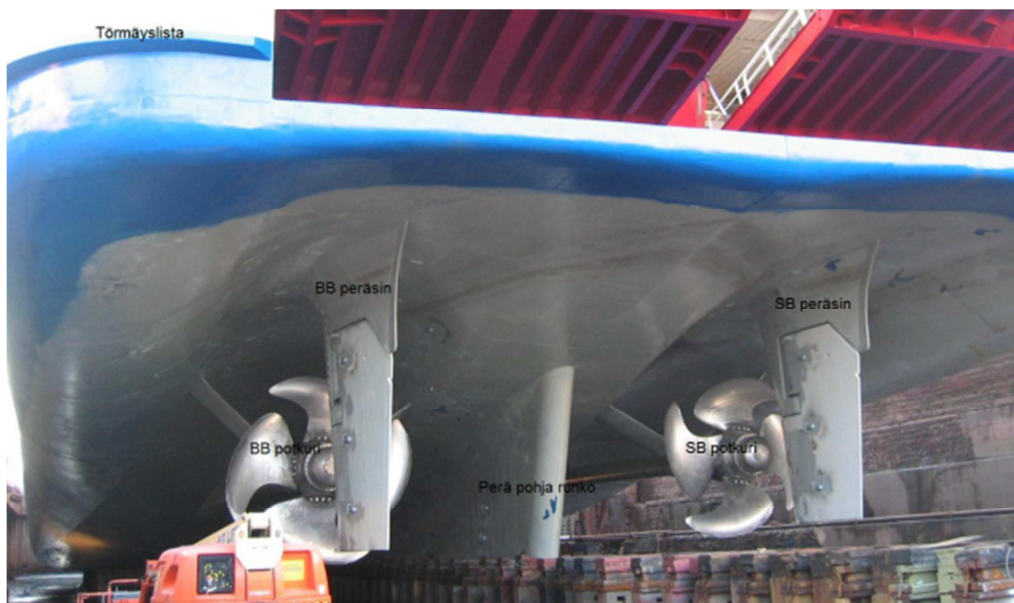
Potkurit antavat pyöriessään potkurilapojen ansiosta alukselle eteen tai taakse suuntautuvan liikevoiman.

6.10 Peräsin

Aluksen peräsimillä ohjataan alusta kääntymään oikealle tai vasemmalle. Aluksen peräsimet on sijoitettu aina potkurin/potkureiden taakse jotta potkureiden aiheuttama vesivirtauksen määrä olisi mahdollisimman suuri ja mahdollistaisi maksimaalisen ohjailu mahdollisuuden.

6.11 Peräpohja runko

Estää mahdollisesti aluksen vaurioittamasta potkureitaan jos alus joutuu ns. pohjakosketukseen. Estää myös aluksen potkureiden pyöriessä potkureihin imeytyvän veden sekoittumista lisäten aluksen ekoloogisempaa kulkua ja vähentäen ajossa tapahtuvaa runko tärinää. Aluksen peruuttaessa ja käyttäen kyseisessä toimenpiteessä vain toisen puolen potkuria efektin suuruus kasvaa keskirungon ansiosta ja alusta voidaan ohjata tehokkaammin sivu liikkeissä satamaan saapuessa tai lähdettäessä.



Kuva 11. M/S Isabellan perärakenne (Sauli Rämö 2010)

7 Aluksen pohjan pintamateriaalit

Aluksen pohjan metalliseos on useimmiten ruostuvaa (poikkeuksena alumiini) joka tarvitsee peittää maalaamalla korroosion estämiseksi. Maalaamiseen käytetään monesti useampaa kerrosta maalia joka useimmiten ruisku maalataan puhdistettuun metallipintaan. Kerrosten ollessa ohuita mutta ilmattomia (ruiskumaalauksesta saatava hyöty) alukseen saadaan kova ja kestävä maalipinta joka estää aluksen ruostumisen. Aluksien ala- ja yläpohjan pinnoissa käytetään eri maalin paksuuksia. Maalipinnan paksuuden eroon vaikuttavat olennaisesti alukseen kohdistuvien rasitusten erot. Maalit pinnan pitää olla paksumpi aluksen vertikaali pinnoilla sillä vertikaali pintaa rasittavat jäät pohjoisilla merillä ja vastaavasti aurinko eteläisillä merillä.

7.1 Myrkky- eli antifouling maalit

Myrkky- eli antifouling maaleilla tarkoitetaan maalia joka estää epäpuhtauksien tarttumisen aluksen maalipintaan. Antifouling maaleja on nykyään käytössä kupari- ja

silikoni pohjaisia myrkkymaaleja. Aiemmin käytetty tinaa sisältävä antifouling maali eli TBT:n (**tributyyylitina** $C_{12}H_{28}Sn$) käyttö on kielletty kaikissa laivaa ja veneitä koskevissa maalauksissa. Kielto koskee kaikkia alustyypppejä ja kokoluokkia. TBT:n käyttö kiellolla tarkoitetaan aluksen ulkoisia ja sisäisiä maalipintoja jotka joutuvat kosketuksiin meriveden kanssa. Tästä johtuen myös aluksen painolastivesitankkien maalaaminen TBT- pohjaisella maalilla on kielletty. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

7.2 Ympäristö normit

Asiaa koskeva kansainvälinen sopimus on hyväksytty kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO (IMO: International Maritime Organization).

Kiinnittymisenestoaineina alusten pohjissa käytettävien, orgaanisia tinayhdisteitä sisältävien maalien käyttö on kielletty EU:ssa vuodesta 2003 ja maailmanlaajuisesti 2008. Maailman laajuisella täyskiellolla tarkoitetaan sitä, ettei TBT – pohjaisia maaleja saa käyttää aluksen pinnoissa jotka joutuvat kosketuksiin meriveden kanssa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

7.3 Tinan vaarallisuus ravintoketjussa

TBT maalista irtoavat tinamolekyylit liotessa veteen aiheuttaa epäpuhtauksia ympäristöön jonka kanssa se joutuu tekemisiin. Tina on erittäin myrkyllinen- ja jopa tappava ainesosa luonnossa. Tina kertyy meren eläviin organismeihin vaaranaa päätyä jopa ihmiseen ravintoketjun kautta. Tinan ns. puoliintumisen aika on merivedessä noin 2-3 kk. Antifouling-aineena käytettyä tinapohjaista maalia käytettiin lähinnä sen tehokkaan epäpuhtauksien estämisen vuoksi. TBT antifouling maali sisälsi noin 1-15 % tinaa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

7.4 Nykyiset laivan pohjamaalit

Nykyisissä laivanmaalauksessa käytettävät maalit pitäisi olla tributyylitinattomia jotka eivät sisällä TBT aineosia. Nykyisinä antifouling maaleina käytetään kupari- tai silikoni pohjaisia maaleja. Nykyiset antifouling maalit ovat myös merta saastuttavaa maalia, mutta ei niin vaarallisia meren eläimistölle kuin tina pohjainen antifouling maali. Kupari- ja silikoni pohjaisten maalejen ns. puoliintumisen aika luonnossa on vain 2-4 tuntia. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8 Nykyiset laivan pohjan maali vaihtoehdot

Nykyisin käytettävät laivan pohjan maalauksessa käytettävät maalit ovat:

- AC = Anti Corrosion maali
- AF = Anti Fouling maali
- FR = Fouling Release silikoni pohjainen maali
- Sealer / tie coat/ Tartuntamaali

8.1 AC, Anti Corrosion maali

AC- maalilla tarkoitetaan maalia joka on aluksen pohjaan paljaaseen metallipinnalle ruiskutettava maali. Se toimii pohjamaalina jonka päälle voidaan ruiskuttaa kuhunkin alukseen vaadittava pintamaali. Jos aluksen pohja on maalattu vain AC- maalilla niin pohjan korroosion esto erittäin heikko. Laivaa maalatessa pohjaan ruikutetaan jopa kaksi ohutta kerrosta AC- maalia. Näin saadaan aikaan virheetön ja kestävämpi pohjamaali pinta.

Maailman laajuisesti on laiva yhtiöitä jotka maalauttavat laivan pohjansa vain AC- maali pinnalla. Useimmiten kyseessä on alukset jotka nostetaan joka vuosi esimerkiksi kuivalle maalle pukeille makaamaan yli talven. Kyseessä on yleensä pienemmät alukset

kuten turisti vesibussit. Myös isoja työlauttoja ja proomuja maalataan vain AC-maalipinnalle koska niiden liikkuminen veden halki on muutenkin minimaalista.

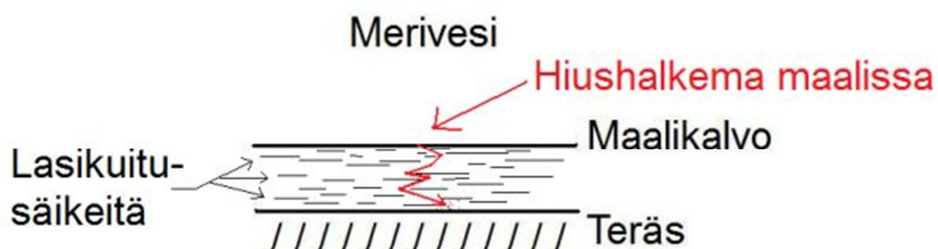
AC- maali on yksikomponentti maali joka tuo maalille elastisemman ominaisuuden kuin kaksi komponenttimaali jossa käytetään kovettajaa toisena ainesosana sekoituksena itse maalin kanssa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8.2 AC- lasikuitu säikeet

AC- maalia on saatavilla nykyään myös valmiina maalina johon on lisätty lasikuitu säikeitä. Maalissa olevat lasikuitu säikeet sitovat maali kerrosta paremmin ja tekevät maalipinnasta rasitus kestävyden. Näin ollen lasikuitumaali kestää paremmin hiushalkeamia.

Lasikuitu säikeet maalissa vaikeuttavat maaliin mahdollisesti syntyvien hiushalkeamien lävitse pääsyä myös ”pidentaen” hiushalkeaman pituutta.

Kuvassa 12 havainnollistetaan hiushalkeaman etenemistä ja kosteuden sekä hapen vaikeutuvaa maalin läpäisevyyttä hiushalkeaman ”pidentyessä” lasikuitu säikeiden ansiosta. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)



Kuva 12. Maalin pinnan poikkileikkaus, (Sauli Rämö 2011)

8.3 AF, Anti Fouling maali

AF- maalilla tarkoitetaan maalia joka on aluksen pohjamaalin sekä sealerin päälle ruiskutettava pintamaali. Sen pääsijainen tarkoitus onkin estää epäpuhtauksien tarttuminen laivan vedenalaiseen runkoon. AF- maali on ainoa markkinoilla oleva laillinen myrkkymaali jonka puoliintuvuus aika on vain 2-4 tuntia vapautuessaan luontoon.

AF- maali on kuitupitoinen maali joka lisää sen kestävyyttä / elastisuutta ja vaikeuttaa korroosion tunkeutumista pintansa läpi. AF- maali on erittäin iskun kestävä ja sopii näin erittäin hyvin aluksiin jotka operoivat jäätyneillä merillä. Monesti laivan pohjaan ruiskutetaan jopa kaksi kerrosta AF-maalia jotta pohjan pinnasta saadaan halutun kestävä.

AF- maali reagoi kemiallisesti suola veden kanssa. Suola vedessä AF- maalin pinta muuttuu vesiliukoiseksi. Hydro dynaamisesti kiillottuva AF- maalipinta kiillottuu vain aluksen liikkuaessa veden halki. Kun alus liikkuu veden halki, niin maali liukenee veteen ajan kuluessa. Liunneen maalin mukana irtoa myös aluksen pohjaan tarttuneet epäpuhtaudet.

Itsestään kiillottuvia maalipintoja on saatavissa ns. nopeasti- ja hitaasti kiillottuvia pintoja. Aluksen vauhdilla on suuri vaikutus kiillottuvuus ominaisuudelle.

Nyrkkisääntönä pidetään että, hitaasti kulkevien alusten pohjat päällystetään nopeasti kiillottuvalla maalilla ja nopeasti kulkevien alusten pohjat päällystetään hitaasti kiillottuvalla maalilla.

Ennen laiva pohjan maalaamista AC+AF maalilla asiakkaalta kysytään maalattavan aluksen nopeus, aktiivisuus prosentti, operoitavan alueen veden lämpötila sekä suunniteltu telakka väli joka on 2-3- tai 5 vuotta. Näin voidaan päätellä, mikä maaliseos on paras kyseiselle alukselle. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8.4 FR, Fouling Release maali

FR-maalilla tarkoitetaan maalia joka on silikoni pohjainen maali. Kuivuneen FR- maali pinta on sormilla tunnusteltuna erittäin liukas- ja elastisen tuntuinen. Vedessä olevien epäpuhtauksien on erittäin vaikea tarttua silikonimaalin pintaan maalin toiminta ominaisuuksien vuoksi. Laivan liikkuaessa veden halki ja veden virratessa rungon ohitse silikoni maali toimii molekyyli tasolla värähdellen.

Kun alus liikkuu niin sen pohjassa oleva silikoni maalinpinta ”värisee” molekyyliä tasolla joka estää epäpuhtauksien tarttumisen ja pysymisen maali pinnalla. FR-maalipinnan heikkoutena on se, ettei se kestä yhtään jäissä liikkumista joka vähentää maalin myyntiä huomattavasti. FR- maalipinnan erittäin haasteellinen maalaustekniikka ja kalliit valmistus raaka aineet nostavat maalin hinnan jopa 3-5 kertaiseksi AF- maaliin verrattuna. Telakoinnissa tapahtuva maalin pinnan uusiminen on myös työläs ja haastava. FR- maalipinta pitää poistaa kokonaan hiekka puhaltamalla koko aluksen pohjan rungosta matkalta ennen kuin uusi silikoni maalipinta voidaan ruiskumaalata. Silikoni maalipinnoille ei tehdä yleensä paikkaus korjauksia/maalauksia.

FR- maali pinta vaatii alukselta suurta kulkunopeutta jotta itsestään puhdistava vaikutus olisi mahdollisimman tehokas. Suurimmaksi FR- maalin käyttäjäksi on osoittautunut suuri kokoiset ja nopea kulkuiset konttialukset jotka liikennöivät jäätömillä meri alueilla. FR- maalin kannattavuus nousee mitä enemmän alus on liikkeellä. Silikoni maalin pinta pitää kasvillisuuden ja epäpuhtaudet aluksen rungosta jopa 5 vuotta. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8.5 Sealer/tie coat/Tartuntamaali

Sealer on epoksi pohjainen tartunta maali joka toimii kahden eri maalilla maalattavan maalipinnan välisenä ”sitojana”. Se estää hiushalkeamien syntymistä ja niiden maalipinnan läpäisevyyttä. Sealer toimii eräänlaisena ”liimana” kahden eri maalipinnan välissä ja antaa AC+AF tai AC+ FR maalipinnoille iskua kestävämmän ominaisuuden. Näin ollen varsinkin AC+AF maali kestää paremmin esimerkiksi jäiden mekaanista

rasitusta. AC+FR maalipintojen välissä käytettävä sealer maali pitää olla myös silikoni pohjaista. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8.6 Pohjan pintamaalejen käyttö prosentuaalisesti

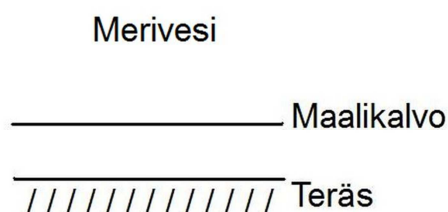
Kaikkia laivoja ei päällystetä myrkky- tai silikoni pohjaisella maalipinnalla. Kyseisessä kaaviossa on prosentuaalisesti kuvattu miten laivan pohjia pinta-maalataan maailmassa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

Taulukko 1. Aluksien pohjamaali pintojen käyttö prosentuaalisesti, (Sauli Rämö, 2012)

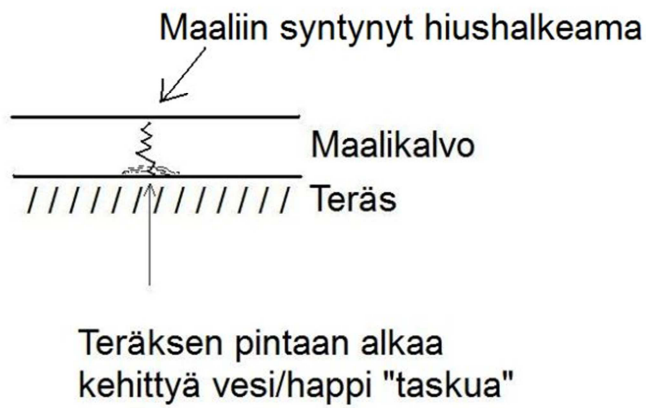
2 %	90 %	8 %
AC	AC+AF	AC+FR

8.7 Maalipintojen ominaisuudet

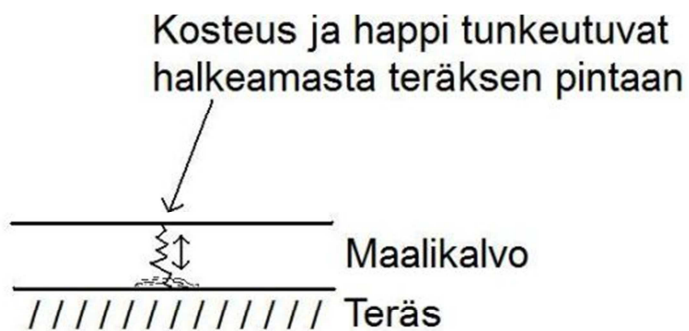
Pelkäksi AC- maalipinnalle maalatun pohjan ruosteen-esto kestävyys on heikko. Kyseisessä kuvassa kuvataan AC- maalipintaa ja siihen muodostuvaa korroosiota.



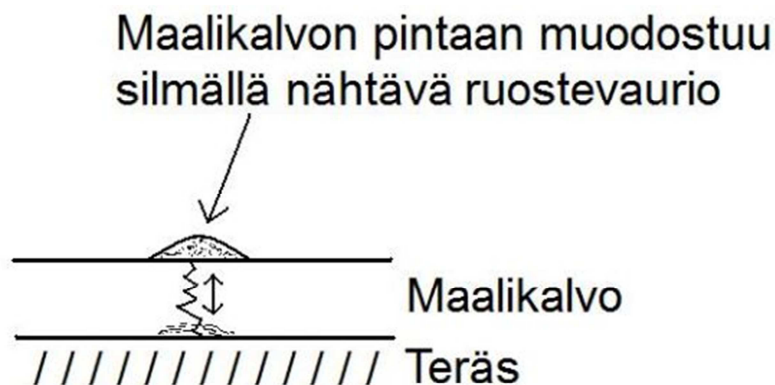
Kuva 13. Maalipinta on ehjä, (Sauli Rämö, 2010)



Kuva 14. Maalipintaan on syntynyt hiushalkeama (Sauli Rämö, 2010)



Kuva 15. Kosteus ja happi tunkeutuvat maaliin syntyneen hiushalkeaman lävitse. (Sauli Rämö, 2010)



Kuva 16. Ruostevaurio on silmällä havaittavissa, (Sauli Rämö, 2010)

8.8 AC+AF- maalipinnan koostumus

Kuvassa on havainnollistettu AC+ AF- maalipinnan koostumusta sekä rakennetta. Hiushalkeaman syntyessä kummankin maali- sekä sealer pinnan läpi syntyy samantapainen korroosio reaktio teräksen pintaan kuin edeltä mainitussa AC- maali korroosiota kuvaavassa esimerkissä. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)



Kuva 17. Maali pintojen läpileikkaus, (Sauli Rämö, 2012)

8.9 AC+FR maalaus

AC+FR maalaus periaate on samantapainen kuin AC+AF maalissa. Maalauksessa käytettävän sealer aineen pitää olla myös silikoni pohjainen niin kuin FR- maalikin on. AC+FR maalauksen tekee haasteelliseksi sen maali ominaisuus. Silikoni AC+FR maalauksessa tarvittavat olosuhteet ovat erittäin ratkaisevia lopputuloksen laadulle. Huomioon on otettava erittäin tarkasti ilmanlämpötila sekä ilman suhteellinen kosteus jotta maalaus tulos olisi haluttu. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

8.10 Maalipinnan kirkkaus

Laivan pohjan maalipinnan kirkkaudella on myös vaikutusta maalin pintaan syntyvien epäpuhtauksien synnyssä. Maalipinnalla on niin sanottu karheus ominaisuus mikä määräytyy maalin kirkkauden mukaan. Mitä kirkkaampi kuivunut maalipinta on niin, sitä sileämpi maalin pinta on myös mikroskooppisella tasolla. Vastaavasti mitä mattasampi maalipinta on niin, sitä karkeampi maalin pinta on myös mikroskooppisella tasolla. Mitä mattapintaisempi kuivunut maalipinta on niin, sitä herkemmin epäpuhtaudet tarttuvat kiinni maalin pintaan maalin karheuden takia. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

9 Aluksen pohjassa olevien epäpuhtauksien vaikutus kulkuvastukseen

Aluksen pohjaan kertyneet epäpuhtaudet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Mikrobi kasvillisuus.
- Rikka/ruoho kasvillisuus.
- Simpukka eläimistö.

9.1 Mikrobi kasvillisuus

Kaikkiin meressä kelluvien alusten veden alaisiin rakenteisiin alkaa muodostumaan mikrobi kasvillisuus kerrosta ajan kuluessa hyvinkin nopeasti. Mikrobi kasvillisuus muodostukseen vaikuttavat olennaisesti aluksen liikkeellä olo prosentti. Paljon paikallaan olevaan aluksen pohjaan alkaa kertyä mikrobi kasvillisuus kerrosta erittäinkin nopeasti. Mikrobi kasvillisuuden muodostukseen vaikuttavat tekijät ovat myös veden likaisuus sekä veden suola pitoisuus sekä meriveden lämpö. Erittäin suolainen-, erittäin likainen- sekä erittäin lämmin meri vesi edes auttavat mikrobi kasvillisuuden kehittymistä aluksen vedenalaisiin rakenteisiin. Mikrobi kasvillisuutta esiintyy aluksen veden alaisessa rungossa kaikkialla. Mikrobi kasviston peittämällä aluksen pohja pinnalla on pieni vaikutus aluksen kulku vastukseen. Mikrobi kasviston seurauksena aluksen kulku vastus voi lisääntyä 1-2 %. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

Kuvassa 18 kuvataan aluksen pohjassa olevaa mikrobi kasviston kerrostumaa. Kuvasta näkyy hyvin myös, mikä ero on rungon kohdalla mikä on puhdistettu sukeltamalla harjaamalla ja mikä ei. Aluksen pohjassa näkyy selvä raja kuvan keskiosassa josta ylempi osa on sukeltamalla harjattu osa.



Kuva 18. Mikrobikasvustoa aluksen keulassa, (Kim Flytström, 2012, Hempel)

9.2 Rikka/Ruoho kasvillisuus

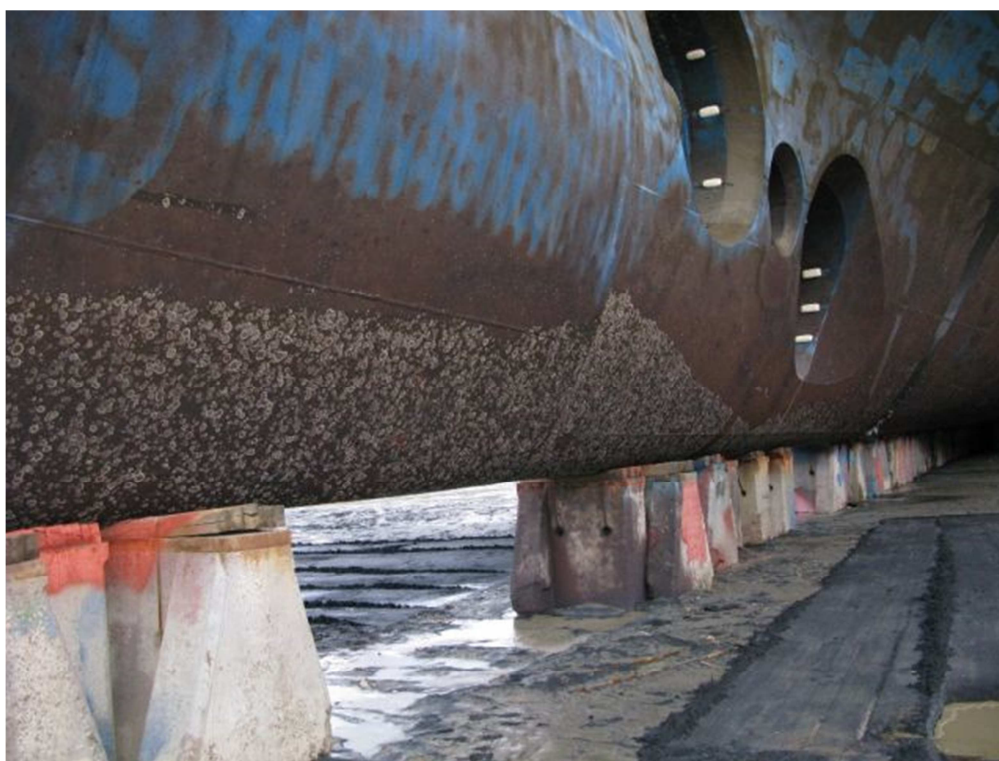
Aluksen runkoon voi alkaa kasvamaan ruohokasvillisuutta. Kasvillisuuden syntyyn aluksen vedenalaisessa rungossa vaikuttavat aluksen liikkeellä olo prosentti, aluksen vauhti, paljon muuttuva aluksen syväys, veden kirkkaus, veden suolapitoisuus sekä auringon valo. Rikka kasvillisuus tarvitsee lisääntyäkseen auringon valoa joten kirkkaissa vesissä aluksen vertikaali pinnoilla voi olla rikka kasvillisuutta syvällekin rungossa. Ruoho kasvillisuuden aiheuttama kulku vastus saattaa olla jopa 10 %. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)



Kuva 19. Aluksen vertikaali pinta vesirajassa, (Kim Flytström, 2012 Hempel)

9.3 Simpukka organismit

Aluksen pohjaan voi mahdollisesti ruveta kerääntymään simpukka eläimistöä. Simpukka eläimistön lisääntymiseen aluksen veden alaisissa pohja pinnoissa vaikuttavat veden lämpö, aluksen käyttö prosentti sekä aluksen kulku nopeus. Simpukoita esiintyy enemmän lämpimissä ja puhtaissa vesistöissä. Aluksen hidas kulkuvauhti edes auttaa simpukoiden lisääntymistä aluksen vedenalaisessa rungossa. Simpukkaa esiintyy myös aluksen runko osissa minne auringon valo ei paista. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)



Kuva 20. Aluksen pohjassa olevaa simpukka organismia, (Kim Flytström, 2012 Hempel)

Kuvassa 20 näkyy hyvin mitkä erot ovat sukeltamalla harjatun ja harjaamattoman pohjan pinnassa. Kuvassa sinertävät alueet ovat harjauskoneen läpikäymiä alueita, ruskea on mikrobi kasvistoa ja valkoiset läikät ovat yksi monista mahdollisista simpukka organismeista.

9.3.1 Liikkeellä olo prosentti ja vauhti

Paljon paikoillaan oleva aluksen vesi rajassa alkaa ruoho kasvillisuus lisääntymään nopeasti. Ruohottumista esiintyy eniten aluksen vertikaali pinnoilla. Vedellä on putsaava vaikutus ruoho kasvillisuuteen aluksen liikkumisella veden halki. Veden virratessa rungon ohitse veden putsaava vaikutus lisääntyy mitä nopeampi aluksen kulku vauhti on. Ruohoa esiintyy lähes kaikissa alustyypeissä. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

9.3.2 Paljon muuttuva syväys

Ruoho kasvillisuuden lisääntymiseen vaikuttaa myös aluksen vaihteleva syväys. Aluksen keventyessä lastia purattaessa aluksen syväys pienenee. Aluksen syvyyden pienemisestä johtuen aluksen runkoa kohoo veden pinnan yläpuolelle. Aluksen rungon kohotessa vesirajan yläpuolelle aluksen pinta kuivuu ja hapettuu joka auttaa olennaisesti ruoho kasvillisuuden lisääntymiseen. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

9.3.3 Veden kirkkaus ja auringon valo

Ruoho kasvillisuuden muodostumiselle olennaista on auringon valo. Ruoho kasvillisuutta esiintyy vain aluksen vedenalaisissa rakenteissa jonne auringon valon säteet yltävät. Auringon säteet yltävät vedessä sitä syvemmälle mitä kirkkaampaa vesi on. Auringon valo pääsee kuitenkin paistamaan erittäin kirkkaassa vedessäkin vain aluksen vertikaali pinnoille. Näin ollen ruoho kasvillisuutta esiintyy yleensä vain aluksen vertikaali pinnoissa lähellä vesi rajaa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

10 Pohjan epäpuhtauksiin vaikuttavat tekijät

Aluksen pohjaan kerääntyvällä epäpuhtauksilla on viisi merkitsevää tekijää.

- Aluksen liikennöinti- ja paikallaan oloajat.
- Veden suolapitoisuus.
- Veden lämpötila.
- Jäissä liikkuminen.
- Auringon valo.

(Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

10.1 Aluksen liikkeellä- ja paikoillaan oleminen

Aluksen liike- ja sen paikallaanolo ajalla on merkittävä vaikutus pohjan epäpuhtauksiin. Aluksen ollessa liikkeessä ja sen rungon liikkeessä veden halki on rungon ohi virtaavalla vedellä puhdistava vaikutus epäpuhtauksiin. Epäpuhtauksien tarttuminen hidastuu aluksen vauhdin noustessa ja useasti kovilla nopeuksilla on jopa puhdistava vaikutus. Kun alus on pikiä aikoja paikallaan, niin aluksen runkoon alkaa kerääntyä epäpuhtauksia joka ei irtoa edes suurissa kulku nopeuksissa. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

10.2 Veden suolapitoisuus

Veden suolapitoisuus vaikuttaa aluksen runkoon kertyvään epäpuhtauden määrään. Mitä korkeampi veden suolapitoisuus on, niin sitä enemmän aluksen runkoon tarttuu epäpuhtaudet. Suola on normaalissa olomuodossaan kiinteä kiderakenteinen massa joka veteen joutuessaan liukenee. Veteen liuennut suola ei kuitenkaan ole täysin nestemäistä vaan sen pienet ainesosat ovat edelleen silmällä näkymättömän pieniä kiinteitä suola kiteitä. Mitä suolaisempaa vettä, sitä enemmän nesteessä on kiinteitä suola kiteitä. Kun suolainen vesi on kontaktissa aluksen runkoon, niin aluksen runko suo suola kiteille alustan kasaantua yhteen. Vedessä oleva suola rupeaa kertymään aluksen rakenteisiin

aiheuttaen aluksen maalipinnalle pienen ja ohuen suola kerroksen. Lisääntyvän suola kerroksen ansiosta aluksen runkoon pääsee kiinnittymään veden epäpuhtauksia joka edes auttaa rungon epäpuhtauksien lisääntymisen. Erittäin epäpuhtas pinta sisältää erittäin paljon mikroskooppista elämistää. Epäpuhtauksien sekä mikroskooppisen elimistön lisääntyminen aluksen vedenalaisessa rungossa edes auttaa myös meressä eläville simpukka eläimille otollisen elin alustan. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

10.3 Veden lämpötila

Veden lämpötilalla on merkittävä vaikutus rungon epäpuhtauksiin. Veden lämpötilan laskiessa siinä elävien organismien määrä laskee. Toisin sanottuna vesistöissä jotka ovat erittäin lämpimiä ympäri vuoden, esiintyy enemmän eläviä organismeja jotka edesauttavat aluksen rungon likaantumista. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel, Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012)

10.4 Jäissä ajon vaikutus epäpuhtauksiin

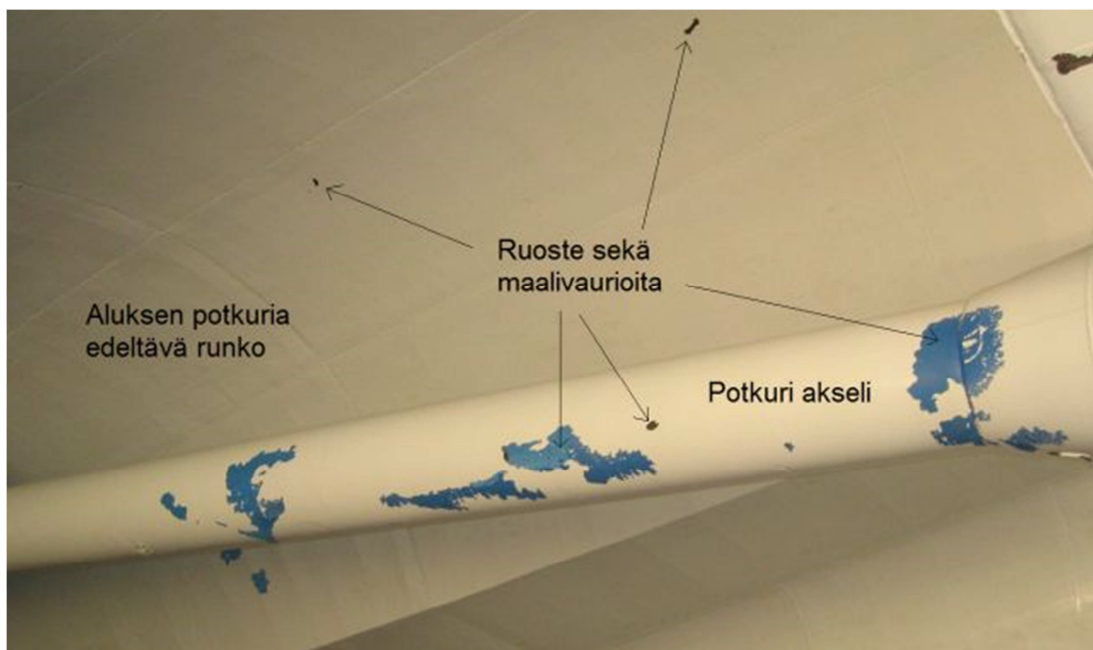
Jäillä on suuri merkitys aluksen pohjan epäpuhtauksien puhdistumiselle. Jäissä kulkeva alus hyötyy jäisestä merenpinnasta siten että, aluksen liikkuesssa murrettu jää kulkeutuu sivuja sekä aluksen pohjaa pitkin hieroen aluksen vedenalasta runko pintaa. Aluksen runkoa hierovat jääkappaleet aiheuttavat aluksen pintaa hierovan efektin jonka ansiosta epäpuhtaudet irtoavat.

Jäillä on myöskin aluksen rungon kuntoa heikentävä vaikutus. Monesti jäiden vaikutuksesta aluksen maalipinnat vaurioituvat. Vaurioituneen maalipinnan voi havaita monesti aluksen keulassa jonne jäiden rasitus vaikuttaa eniten. Jäiden maalipintaa vaurioittava vaikutus on kuitenkin näkyvillä myös aluksen alla olevissa rakenteissa. Jäiden joutuessa aluksen alle ja varsinkinkin potkureiden läheisyyteen voi suurella nopeudella kulkevat jää kappaleet aiheuttaa maalipinnoille vaurioita.

Alla olevissa kuvissa on havainnollistettu alukseen tulevia maalivaurioita jäissä ajosta. Kuvassa 21 on aluksen keulaosaa ja kuvassa 22 on peräosaa ennen potkuria.



Kuva 21. M/S Isabella, (Sauli Rämö, 2010)



Kuva 22. M/S Isabella, (Sauli Rämö, 2010)

10.5 Auringon vaikutus rungon epäpuhtauksiin

Kun alus purkaa lastiaan, niin aluksen runko kohoaa vedestä. Merestä kohonnut runko joutuu mahdollisesti auringon säteilyn vaikutuksen alaiseksi. Auringon lämpö edesauttaa pinnalla olevien epäpuhtauksien kovettumista ja jopa antaa niillä oleville epäpuhtauksille mahdollisuuden lisääntyä. Auringon valolla on suuri vaikutus kasvuston lisääntymiseen. Kasvusto on pienimmillään aluksen runko osissa joissa ei auringon valo pääse yhtään tunkeutumaan.

Auringon valon vaikutus epäpuhtauksien lisääntymiseen on havaittavissa hyvin linja aluksissa jotka kulkevat jatkuvasti samalla aikataululla samoihin satamiin. Itä- Länsi suuntaisilla linja-aluksilla voidaan myös havaita auringon vaikutus rungon epäpuhtauksiin.

Esimerkkinä toimii hyvin Viking-Line alukset M/S Amorella ja M/S Isabella jotka liikennöivät Turku-Tukholma (Ruotsi) välillä.

M/S Amorella:n lähtiessä aamuisin Turusta kohti Tukholmaan jonne alus saapuu illalla. Reitillään idästä länteen aluksen vasen puoli on auringon valon vaikutuksen alaisena Turussa satamassa ollessaan. Satamassa ollessaan ja alus keventyy lastia purettaessa. Vedestä kohonnut runko joutuu auringon säteilyn vaikutuksen alaiseksi. Vedessä olleet epäpuhtaudet kiinnittyvät kovemmin aluksen aurinkoiselle puolelle auringon valon ja lämmön vaikutuksesta. Tästä johtuen aluksen vasempaan puoleen kiinnittyy huomattavasti enemmän epäpuhtauksia.

Vastaavasti M/S Isabellan lähtee aamuisin Tukholmasta kohti Turkua. Reitillään lännestä itään aluksen oikea puoli on auringon valon vaikutuksen alaisena Tukholman satamassa ollessaan. Satamassa ollessaan ja alus keventyy lastia purettaessa. Vedestä kohonnut runko joutuu auringon säteilyn vaikutuksen alaiseksi. Vedessä olleet epäpuhtaudet kiinnittyvät kovemmin aluksen aurinkoiselle puolelle auringon valon ja lämmön vaikutuksesta. Tästä johtuen aluksen oikeaan puoleen kiinnittyy huomattavasti enemmän epäpuhtauksia. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

11 Pohjassa olevat epäpuhtaudet ja niiden synty

Laivan pohjaan kertyy epäpuhtauksia sen ollessa kontaktissa meriveteen. Merivedessä oleva suola ja mikroskooppisen pienet pieneliöt tarttuvat aluksen maalipintaan aiheuttaen siihen pienen kerroksen epäpuhtauksia. Mikrobi kasvuston muodostusta alkaa ilmetä aluksen pohjan pintaan kun mikroskooppisen pieniä epäpuhtauksia on tarttunut riittävästi aluksen pohja rakenteisiin. Mikrobi kasvuston peittämään aluksen pohja runkoon on ruoho kasvustoa sekä simpukka elämistön helpompi kiinnittyä. Epäpuhtauksia syntyy kaikkiin aluksen vedenalaisiin rakenteisiin. Suurimmaksi ongelmapaikaksi kasvuston muodostumisen kannalta on lastimerkki linjan korkeus. Aluksen ollessa täydessä lastissa on aluksen syväys suurimmillaan ja aluksen ollessa tyhjimillään lastista on syväys pienimmillään.

Jos alus purkaa lastiaan satamassa jonka vesi on erittäin likaista, aluksen lastimerkin ympäristö likaantuu likaisesta vedestä. Aluksen purkaessa lastiaan aluksen syväys pienenee ja aluksen runko kohoaa vedestä. Aluksen rungon kohotessa vedestä, likainen vesi jää aluksen maalipintaan kiinni. Likainen vesi aluksen maalipinnalla kuivuu sekä haihtuu pois noustessaan vedenpinnan yläpuolelle. Likaisen veden kuivuessa ja haihtuessa rungosta pois veden epäpuhtaudet jäävät aluksen runkoon kiinni. Epäpuhtaudet tarttuvat erittäin kovasti aluksen maalipintaan ja rupeavat kerrostumaan. Maalipinnan kerrostunut epäpuhtaus kovettuu auringon- sekä lämmön vaikutuksesta.

Kun aluksen runko kohoaa ja laskee syvyyden muutoksen seurauksena useasti pienessä ajassa, niin epäpuhtauksien kiinnittyminen aluksen runkoon lisääntyy huomattavasti.

Auringon valo edes auttaa epäpuhtauksia niin että aluksen pintaan voi ruveta muodostumaan ruohomaista kerrosta. Ruohomainen kerros pitää aluksen maalipinnan jatkuvasti kosteana joka aiheuttaa nopeasti maalin keston iän heikkenemistä. Ruoho tunkeutuu juurikasvullaan myös vaurioituneen maalipinnan sisään edesauttaen maalipinnan heikkenemistä sekä aluksen rungon ruostumista.

Vuoden ympäri lämpimässä sekä puhtaassa vedessä aluksen runkoon saattaa ruveta kiinnittymään simpukka elimistöä.

Aluksen pohjan ruohottuneella ja simpukoituneella pinnalla on suurin merkitys aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen. Kuvassa 23 on aluksen vesirajan erittäin paksun kasvuston peitossa oleva vertikaali runko. (Flytström, Kim, area Manager. Hempel. Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012.)

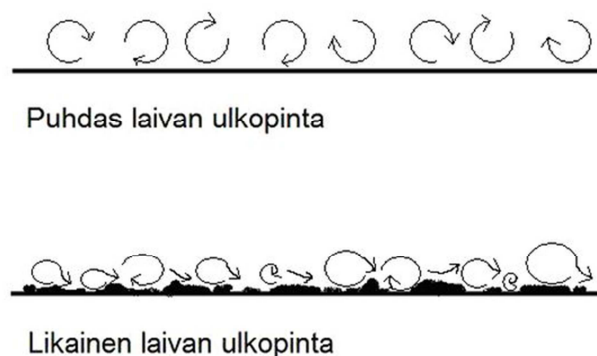


Kuva 23. Aluksen vesirajan vertikaalipintaa, (Kim Flytström, 2010, Hempel)

12 Epäpuhtauksien vaikutus rungon kulkuvastukseen

Epäpuhtauksien kerääntyä aluksen pohja rakenteisiin syntyy aluksen pohjaan epätasainen pinta. Epäpuhtauksista ruohokasvuston ja varsinkin simpukka eläimistön ollessa kiinnittyneenä aluksen pohjaan, epätasainen pohja aiheuttaa veden virtaukselle ongelmia rungon ohitse. Ruoho kasvillisuus ja varsinkin simpukka eläimistö saa aikaan vedessä pyörteitä joka taas aiheuttaa ns. kulkuvastusta. Kulkuvastuksen lisääntyessä aluksen taloudellinen- sekä ympäristö ystävällinen kulku häiriintyy. (Flytström, Kim, area Manager, Hempel. Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012.)

Kuvassa 24 on kuvattu nuolilla veden virtaavuutta rungon ohitse. Ylempi kuva on laivan ulkopinta puhtaana ja alempi kuva laivan ulkopinta likaisena.



Kuva 24, Veden virtaus puhta- sekä likaisen rungon ohitse, (Sauli Rämö, 2012)

12.1 Kulkuvastus

Laivan epätasaisen ulkopinnan ansiosta aluksen pinnalle muodostuu vedessä pyörteitä. Vesi pyörteiden lisääntyessä aluksen kulkuvastus lisääntyy. Pyörteiden aiheuttama paineen muutokset sekä veden epätasainen virtaavuus nostavat kulkuvastusta. Kulkuvastusta voidaan siis tässä tapauksessa sanoa ehkä kitkaksi vaikka kyseessä ei olenkaan kahta kiinteää kappaletta jotka koskettavat toisiinsa. (Flytström, Kim, area Manager, Hempel. Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012.)

12.2 Kulkuvastuksen vaikutus polttoaineen kulutukseen

Kulkuvastuksen lisääntyessä aluksen polttoaine kulutus nousee. Epäpuhdas laivan pohja lisää kulkuvastusta joka aiheuttaa alukselle vauhdin hidastumista. Jotta aluksella voitaisiin pitää vaadittu kulkuvauhti, on koneilta tulevaa tehoa lisättävä. Konetehojen lisäys vaikuttaa polttoaine kulutuksen lisääntymiseen. (Flytström, Kim, area Manager, Hempel. Henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2012.)

13 Aluksen pohjan mekaaninen puhdistus

Aluksen pohjaa voidaan puhdistaa mekaanisesti. Mekaaninen pohjan puhdistus voidaan suorittaa aluksen ollessa telakoituna, satamassa ollessa tai merellä ankkuroituna. Aluksen ollessa satamassa kiinnitettynä tai merellä ankkuroituna pohjan puhdistus suoritetaan sukellus harjausta käyttäen. Satamassa sekä merellä tapahtuva pohjan puhdistus on periaatellisesti samantapainen operaatio. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

13.1 Telakalla tapahtuva pohjan puhdistus

Aluksen pohjaa voidaan puhdistaa mekaanisesti aluksen ollessa telakoituna ja telakka montun ollessa tyhjennettynä vedestä. Aluksen ollessa telakoituna aluksen pohjaan päästään käsiksi telakkamontun pohjalla seisten tai sinne asetetuilla nostolaitteilla sekä rakennus telineillä.

Pohjan putsaus voidaan suorittaa telakka montussa kaikille aluksen pohjarakenteille. Telakoinnissa tapahtuvaa pohja putsaamista voivat rajoittaa lähes aina vain ”kölipukit” joiden päälle alus on yleensä telakoitu. Telakoinnissa tapahtuvassa pohjan putsauksessa on etuna että koko laivan pohja, työntölaitteet, sea- cheastit (jäähdytysveden sisäännotot) ja muut normaalisti vedenpeitossa olevat laitteet voidaan puhdistaa, tarkistaa sekä huoltaa. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

Kuvassa 25 on alus telakoituna ja potkurin ympärille on asetettu pesu/huolto telineitä. Kuvan alalaidassa oikealla näkyy myös ”kölipukit” jonka päällä alus makaa.



Kuva 25, Aluksen oikean puoleinen potkuri, (Sauli Rämö, 2010)

13.2 Sukeltamalla tapahtuva pohjan puhdistus

Aluksen pohjaa voidaan myös puhdistaa mekaanisesti myös sukeltamalla. Mekaaninen puhdistus sukeltamalla tapahtuu aluksen ollessa kiinnitettynä satamaan tai merellä aluksen ollessa ankkurissa.

Aluksen ollessa kiinnitettynä satamaan voidaan aluksen pohjaa putsata mekaanisesti sukeltajaa apuna käyttäen. Sukellus putsauksen tavoitteena on harjata aluksen pohjaa erikoisvalmisteisella harjauskoneella jota sukeltaja ohjaa fyysisesti kiinni pitäen. Sukellus puhdistuksessa käydään läpi pääasiassa aluksen vertikaalipintoja lastimerkin yllä- sekä alapuolelta. Monesti aluksen pohjan epäpuhtaudet ovat suurimmaksi osaksi kiinnittyneen lastimerkin yllä- sekä alapuolelle jossa aluksen pohjarakenne joutuu tekemisiin ilman sekä auringon valon kanssa aluksen syvyyden muutoksista johtuen. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

14 Puhdistus sukellus

Aluksen pohjan putsaus sukeltamalla suorittaa useimmiten aluksen ollessa kiinnitettynä satamaan. Sukellus putsaukseen tarvitaan aina vähintään kaksi henkilöä. Sukeltajan ollessa veden alla suorittamassa pohjan puhdistus harjausta on laiturilla oltava laitevastaava henkilö joka takaa turvallisen sukelluksen. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

14.1 Pohja puhdistuksen työskentely suunta ja eteneminen

Aluksen pohjan putsaus harjaamalla suoritetaan sukeltajan ja laitevastaavan yhdessä sovittuun suuntaan. Aluksen pohjaa harjattaessa ei puhdistuksen kulku suunnalla ole merkitystä. Tärkeää on että sukeltaja ja laitevastaava ovat tietoisia etenemissuunnasta ja harjattavasta alueesta jotta kaikki puhdistettavat pinnat tulevat käsiteltyä.

Kuvassa 26 on sukeltajan mahdollisesti käyttämä putsaus reitti. Kuvan alus telakoituna, mutta havainnollistaa aluksen vertikaalipintaa joka on aluksen lastimerkin tuntumassa. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 26. Sukeltajan käyttämä reitti, (Sauli Rämö, 2010)

14.2 Laiturilla työskentelevä sukelluksen valvoja

Harjauksen tapahtuessa veden alla sukeltajalla on oltava myös lisäapuna sukelluksen valvoja joka toimii tarkkailijana sekä laitevalvojana laiturilla. Laiturilla olevista sukellus lisälaitteista ohjataan ilmaa sukeltajalle sekä paineilmaa harjauskoneelle josta sukeltaja pitää kiinni. Sukellus valvojan tehtävänä on myös varmistaa että työ etenee suunnitellulla tavalla ja suunniteltuun suuntaan. Valvojalla on jatkuva kuulomahdollisuus sekä näköyhteys sukeltajan katsomaan suuntaan sukeltajan kypärässä olevan kameran kautta. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

Kuvassa 27 on sukelluksen valvoja jolla on näkö- ja kuuloyhteys sukeltajaan.



Kuva 27. Sukelluksen valvoja, (Mauri Kalliomäki, 2011)

15 Sukellukseen ja puhdistukseen tarvittava laitteisto

Sukellus puhdistuksessa tarvittava laitteisto jakautuu pääasiassa kahteen ryhmään:

- Sukeltajan sukellukseen tarvittava laitteisto laiturilla sekä sukeltajan päällä.
- Putsaus työssä tarvittaviin erikoislaitteistoihin.

15.1 Laiturilla oleva laitteisto

Työ voidaan suorittaa laiturin puolelta jolloin laitteisto on sijoitettu esim. pakettiautoon tai peräkärryyn. Jos laivan putsattava puoli on ns. ”meren” puolella niin sukellus putsaus voidaan suorittaa esim. kelluvan työlautan päältä.

Laiturilla olevat isoimmat ja tärkeimmät laitteistot ovat paineilmaa tuottavat paineilmakompressorit. Ne kehittävät paineilmaa sukeltajalle sekä harjauskoneeseen. Avustajan läheisyydessä on oltava kommunikointi väline sukeltajalle. Laiturin päällä työskentely mahdollistaa verkkovirran käytön. Puhdistus työ ollessa ns. työlautan päällä käytetään paineilma kompressoreja jotka ovat polttoaine käyttöisiä. Lautta työskentelyssä aluksen ”meren” puolella kaikki tarvittava sähkövirta tuotetaan lautassa olevalta polttoaine käyttöiseltä sähkö-generaattorilta. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 28. Laiturilla oleva laitteisto, (Sauli Rämö, 2011).

15.2 Sukeltajan laitteisto

Sukeltajalla on päällään työskentely sukeltamiseen soveltuva sukellus varustus jotka koostuvat suurimmaksi osaksi sukellusalan liikkeistä saataviin laitteistoihin.

- Sukeltajalla on koko ruumiin peittävä sukellus puku.
- Sukellus puvun alle on mahdollista laittaa lisä varusteena paksu lämpökerrasto joka mahdollistaa työskentelyn pitkäksi aikaa myös kylmässä vedessä.
- Sukeltajalla on päässään sukellus kypärä johon ohjataan paine ilmaa paineilma kompressorilta ilmaletkun kautta sekä pieni vara- paineilmapullo selässään jos paineilma letkuun tai paineilmaa tuottavaan kompressoriiin tulee syöttö/toiminta häiriö.
- Kypärään on myös asennettu työtä helpottava valaistus.
- Kuva- sekä ääni laitteisto

sukeltajan ja avustajan väliseen yhteyden pitoa varten. (Mikrofoni- ja kuulo yksikkö on asennettu kypärän sisään).

- Kamera yksikkö on asennettu kypärän ulkopuolelle kuvaamaan sukeltajan näkemää aluetta.
- Lyijypaino vyö joka kumoaa sukellus varusteiden lisäämää nostetta.
- Sukellus räpylät jalassaan joilla sukeltaja hallitsee liikkumistaan.
- Sukeltajalla on mukanaan myös magneetti joka mahdollistaa hyvän otteen aluksen kylkeen ja mahdollistaa harjauskoneen liikutteleminen vaivattomasti.

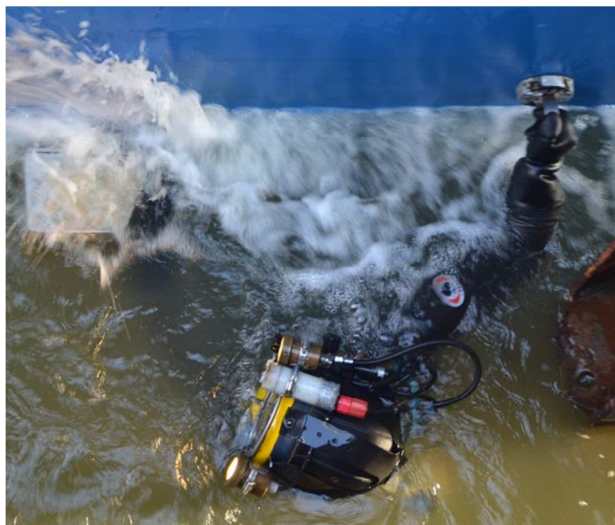
(Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 29. Sukeltaja vedessä, (Sauli Rämö, 2011)



Kuva 30, Sukeltaja ja avustaja (Sauli Rämö, 2011)



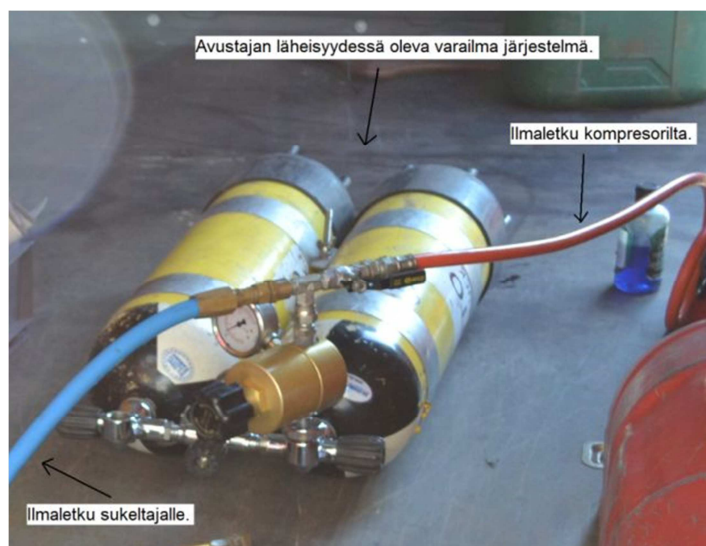
Kuva 31. Sukeltaja harjakonetta käsitellessä, (Sauli Rämö, 2011)

15.3 Paineipullojen käyttö harjausta suorittaessa

Sukeltajan laitteisto laivan rungon puhdistus sukelluksessa on yleensä sellainen jossa sukeltajan ei tarvitse käyttää erillisiä sukellus paineimapulloja selässään. Suurien paineimapullojen jatkuva selässä pitäminen raskauttaa ja vaikeuttaa sukeltajan työskentelyä. Paineilma pullojen ollessa sukeltajan selässä on sukeltajan erittäin vaikea myös päästä pienempiin putsaus väleihin. Laivan ollessa kiinnitettynä satamaan on laivan ja laiturin välissä monesti vain pieni työskentely väli. Sukeltajan on satama olosuhteissa päästävä kädellään ja harja koneella myös laivan rungon ja lepuuttajan väliin jota selässä olevat paineimapullot vaikeuttaisivat. Avovedessä tapahtuvassa pohjan harjauksessa voidaan käyttää paineimapulloja sukeltamiseen. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

15.4 Hapensaanti ja hapensaannin valvominen

Sukelluksen valvojan tärkein tehtävänä on vahtia että sukeltajan hapensaanti ja työskentely on esteetöntä. Hapen saanti sukeltajalle on järjestetty paineilma letkun kautta jonka toinen pää on kiinni sukeltajan maskissa ja toinen laiturilla olevassa paineilma kompressorissa. Sukeltajan maskin ja paineilma kompressorin väliin avustajan välittömään läheisyyteen on asennettava myös vara paineilmapullot. Jos paineilma kompressorin tai sähkövirran tuottoon tulee ongelmia, on avustajalla mahdollisuus antaa sukeltajalle happea vara paineilmapulloista. Sukeltajalla on myös selässään pieni paineilmapullo josta sukeltaja saa tarvittaessa paineilmaa muutamaksi minuutiksi tarvittaessa. Sukeltajalla olevalla pienellä paineilmapullolla varmistetaan sukeltajan hapen saanti jos verkko virtaan, paineilma kompressorin, paineilma letkuihin tai avustajalla olevaan varapaineilma järjestelmää tulee häiriö. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 32. Varailma järjestelmä, (Sauli Rämö, 2011)



Kuva 33, Sukeltaja nousemassa laiturille, (Sauli Rämö, 2011)

16 Satamassa käytettävä harjauskone

Ammatti käyttöisiä harjaus koneita ei ole normaalisti markkinoilta saatavilla. Harjauskoneet ovat harjaus puhdistus sukellusta harjoittavien firmojen itse kehittämiä laitteistoja. Putsaus laitteistojen toiminta periaate eri firmojen käyttämällä harjoilla on lähes aina sama.

Satamassa suoritettavassa puhdistus harjaus harjauskoneessa on normaalisti kaksi. Kaksi harjaisella harjauskoneella voidaan työskennellä erittäin likaisessa vedessä jossa näkyväisyys on heikko. Harjaus koneen aiheuttama vesi pyörteet ja laivan rungosta irtoava lika heikentävät olennaisesti sukeltajan näkyvääisyyttä. Kaksi harjaista harjauskonetta pystyy sukeltaja helposti ohjailemaan yksin. Pienen harjauskoneen etuna satama putsauksessa on myös sen pieni koko. Pienellä harjakoneella pääsee helposti myös putsaamaan laivan rungon ja lepuuttajien välisen laivan rakenteen.

Pienellä harjauskoneella on mahdollista puhdistaa laivan runkoa 200–600 neliötä tunnissa riippuen laivan rungossa olevien epäpuhtauksien määrästä sekä laivan rungon muodosta. Niin sanotulla pienelläkin harjauskoneella putsaus työ on erittäin raskasta ja vaatii sukeltajalta todella hyvää kuntoa jos putsattava pinta-ala on suuri. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 34. Kaksi harjainen harjauskone, (Sauli Rämö, 2011)

17 Merellä käytettävä harjauskone

Joillakin ammatti sukellus harjaus firmoilla on olemassa myös harjaus koneita joiden koko on jopa kuusi harjaa. Toimintaperiaate ja rakenne ovat erittäin samanlainen kuin satamassa käytettävässä kaksi harjaisessa harjauskoneessa. Näin ison harjaus koneen käyttö mahdollistaa isomman pinta-alan puhdistamisen nopeasti. Isoimpien harjakoneiden hallintaan vaaditaan usein jopa kaksi sukeltajaa. Isoa harjakonetta käytettäessä pitää vedessä olla erittäin hyvä näkyväisyys (vähintään 4-5m).

Isojen harjakoneiden käyttö on mahdollista lähinnä avomeri olosuhteissa. Laivan runkoa putsataan laivan ollessa ankkurissa saariston ulkopuolella missä vesi on yleensä puhtaampaa.

Isolla harjakoneella voidaan harjata laivan runkoa jopa 800- 1500 neliötä tunnissa riippuen operoiko samaa laitetta yksi vai kaksi sukeltajaa, laivan pohjassa olevien epäpuhtauksien määrästä ja laivan rungon muodosta. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

17.2 Merellä suoritettavien harjausten sijainnit

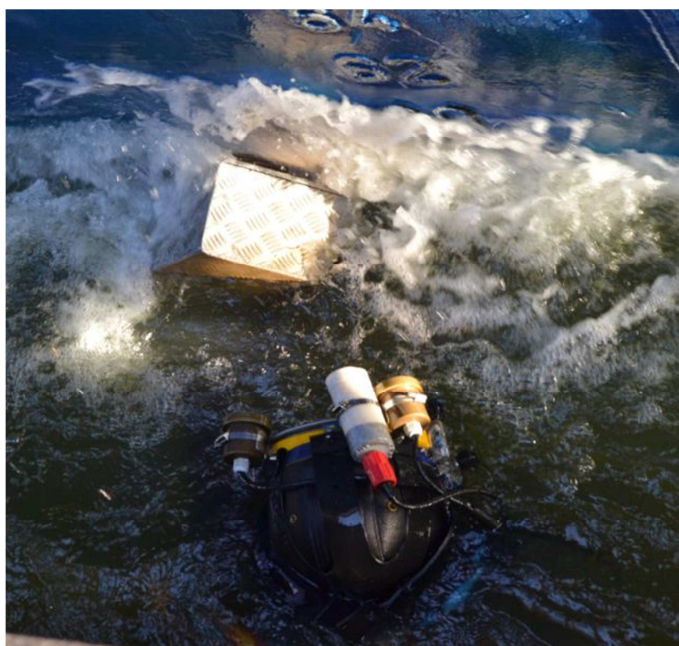
Ainut avomeri putsauksia suorittava firma Suomessa vuonna 2011 on Dg-Diving (Turku). Heillä oleva putsauspaikka ohi liikennöiville aluksille on Helsingin edustalla Kasuunilla. Itämeren lähemmät puhdistus paikat löytyvät vasta Tanskan salmesta ja Gibraltarin salmesta. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

18 Harjauskoneen toiminta periaate

Kaikki ammatti käyttöiset aluksen pohjan harjaus koneet toimivat paineilmalla. Sähkövirtaa käyttävä harjauskone on suuri turvallisuus riski sukeltajalle. Kaikissa harjakoneissa on ympyrää pyörivät harjat joiden pyörintä nopeutta säädetään paineilmalla. Sukeltajan pitäessä harjakonetta aluksen pohjaa vasten ja harjojen pyöriessä ympyrää ne poistavat pohjassa olevat epäpuhtaudet.

Laivan rungon ja harjakoneen harjojen väliin syntyy pieni imuefekti kun harjakone on paineistettu ja sen harjat pyörivät. Tämä helpottaa sukeltajaa harjatessa eikä harjakonetta tarvitse painaa suurella voimalla aluksen runkoa vasten. Sukeltajan on ohjailtava jatkuvasti laitetta ylös-alas sekä sivulle siirtävin liikkein jottei harjauskone ole paikoillaan hetkeäkään.

Harjakone saattaa aiheuttaa vaurioita laivan runkoon jos käynnissä oleva harjakone pidetään paikoillaan runkoa vasten samassa paikassa liian kauan. Näin ollen harjakone saattaa tehdä vaurioita aluksen maalipintaa kuluttaen sitä tai jopa poistaen maalin kokonaan harjojen peittämältä alueelta. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 35. Sukeltaja harjaa aluksen vesirajaa, (Sauli Rämö, 2011)

18.1 Pehmeä harja

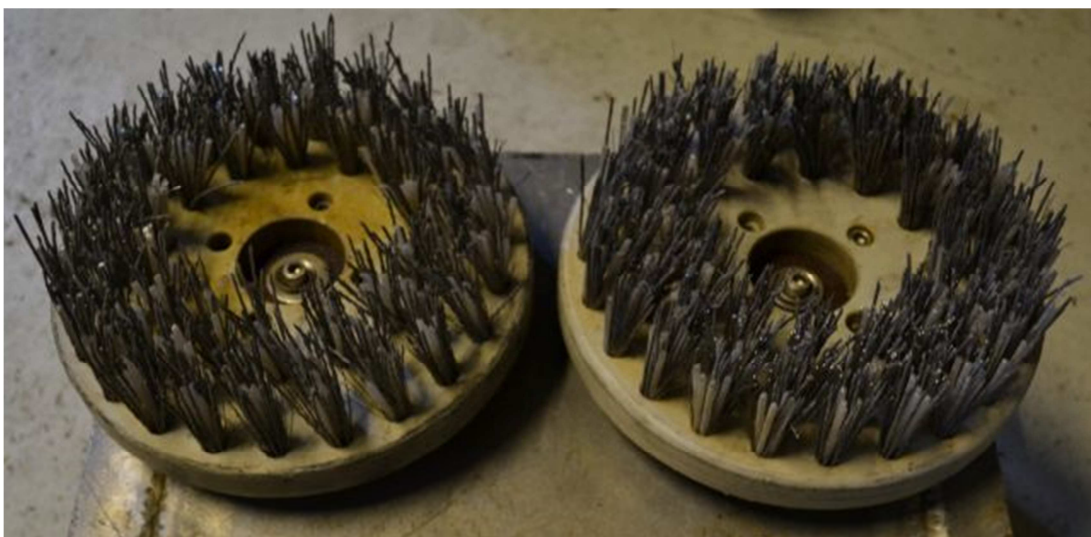
Esimerkiksi aluksissa joissa päällimmäisenä maalipintana anti-Fouling maalia (myrkkymaali) on käytettävä ”pehmeämpää” harjaa. Pehmeämmässä harjassa harjan laivan runkoa hiovat harjan säikeet ovat valmistettu pehmeästä ja ohuesta metallista. Näin ollen maalipintaan ei synny vaurioita harjakoneen yli pyyhkäisystä. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 36. Pehmeät harjat, (Sauli Rämö, 2011)

18.2 Kova harja

Anti-corrosion maalipinnoissa voidaan käyttää ”kovempaa” harja materiaalia. Kovempaa harjaa käytetään myös alusten runkoihin jotka ovat erittäin likaantuneita. Aluksen pohjaan lujasti kiinnittynyt epäpuhtaus irtoaa helpommin kovalla harja seoksella. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)



Kuva 37. Kovat harjakset, (Sauli Rämö, 2011)

19 Silikoni maalin puhdistus

Silikoni pohjustettuja aluksiakin voidaan harjata harjauskoneella, vaikka maalin valmistajat eivät niin suosittelekaan. Tällöin harjauskoneeseen on asennettava erillinen tuki laitteisto joka pitää pyörivän harjan lähellä maalipintaa mutta, ehdottomasti irti maalipinnasta. Silikoni maalipintaa harjattaessa on suositeltavaa käyttää pehmeää harjaa.

Vaikka harjat eivät ole kontaktissa maalipintaan niin niiden aiheuttama veden virtaus saa maalipinnan puhdistumaan. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

20 Potkureiden puhdistus

Harjaus koneella voidaan putsata aluksen vedenalasta runkoa tai jopa aluksen potkureita. Eri maalipinnoissa- sekä laivan työntö laitteissa on käytettävä eri puhdistus harjoja. Käytettävät harjat ovat joko ”pehmeitä-” tai ”kovia” harjoja. Aluksen potkureiden puhdistamisellakin on vaikutusta aluksen taloudelliseen kulkuun. Puhdas pintaisen potkurin työntö teho on parempi kuin potkurin johon on kiinnittynyt epäpuhtauksia. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

21 Puhdistus työn suunnittelu

Harjaus putsaus työn tilaaja on aluksen kapteenin/yliperämies tai varustamon yhteyshenkilö. Työpyynnössä esiintyy aluksen nimi, sijainti ja tarvittavan työn laajuus sekä mahdollisesti laatuvaatimukset. Tilaajan on hyvä ilmoittaa työn ajankohta, aluksen koko, ranta/laituri paikka, rannassa/laiturissa olo aika ja vaadittavan työn tarkka kuvaus ettei väärinkäsityksiä synny.

Itse sukelluksen ja sen suorittamisen suunnittelevat sukellus firman esimies, sukeltaja ja hänen sukellus avustajansa. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

22 Puhdistus työn tarkistus

Kun harjaus on suoritettu ilmoittaa harjaus firman esimies laivan yhteys henkilölle työn valmistumisesta. Putsauksen harjauksen loppu tulosta voidaan tarkkailla aluksen ollessa kevyemmillään satamassa ilman lastia jolloin aluksen pohjan pinta-alaa näkyy vesi linjan yläpuolella maksimaalisesti. Isoimmat epäpuhtaudet sijaitsevat juuri lähellä laivan rungon aluetta missä aluksen vedenpinta raja vaihtelee eniten. Itse putsaustyön tulosta vedenpinnan alapuolelta on vaikea tarkistaa. Laiturilta tarkistus ei onnistu jollei vesi ole erittäin kirkasta.

Harjaus putsauksen tilaajalla on mahdollisuus myös pyytää sukellusta suorittavalta firmalta video nauha tehdystä työstä joka on kuvattu sukeltajan kameralla. Video nauhoitus pyyntö on kuitenkin tehtävä jo harjaus putsausta tilatessa. (Kalliomäki, Mauri, Toimitusjohtaja, DG-Diving. Henkilökohtainen tiedonanto 2.6.2011.)

23 Kulkuvastus analyysin tekeminen

Kun alus luovutetaan telakalta varustamolle, sille suoritetaan ”vauhti kokeet” (speed trials). Speed trialsin tarkoituksena on testata ja todeta käytännössä alukselle matemaattisesti valmiiksi lasketut ominaisuudet kuten maksimi vauhti, pysähtymismatka, aluksen stabiilitetti jne. Speed trialia ennen aluksen omistaja voi tilata alukselle asennettavaksi mittaus järjestelmä joka määrittää aluksen kulkuvastuksen lisääntymisen aluksen tulevassa käytössä. Jotta mittaus järjestelmästä ja sen tuloksista tulisi mahdollisimman toden mukainen, olisi mittausjärjestelmä asennettava ennen speed trialia. Aluksen kulku ominaisuudet ovat parhaat aluksen ollessa mahdollisimman uusi.

24 Kulkuvastuksen lisääntymisen tutkimustuloksia NAPA Group.

Maailman laajuisesti toimiva yhtiö Napa Group valmistaa laivojen kulkuvastuksen mittaavia laitteistoja. Kyseinen esimerkki on saatu heidän tekemän tieteelliseen näyttöön perustuen.

Toiminta analyysi on suoritettu aikana 1.1.2010–1.11.2012. Tuloksien tarkoituksena on analysoida aluksen suorituskyky ja näyttää toteen alukselle lisääntyvä kulkuvastus ajan kuluessa. (Napa Group, 2013)

24.1 Tuloksien yhteenveto

Aluksen veden alaisen rungon epäpuhtauksista johtuen aluksen kulkuvastuksen lisääntymisestä voitiin päätellä:

Mittaus aikavälin aikana 1.1.2010–1.11.2012 keskivertainen aluksen ajossa käytettävä polttoaineen käyttö määrä oli 64.6 tonnia/ päivä. Keskimäärin ~8,2 % aluksen ajossa käytetystä polttoaine määrästä koostui rungon epäpuhtauksien aiheuttamasta kulkuvastuksesta.

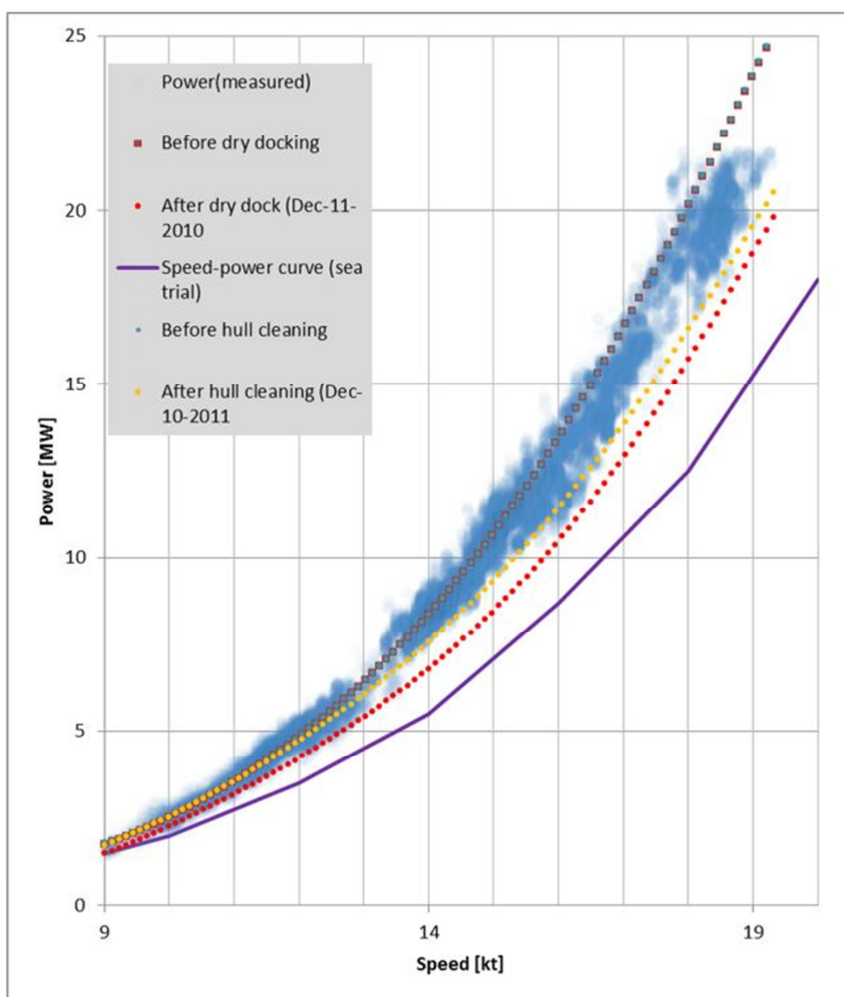
Kun alus kuivatelakoitiin ja vedenalainen runko puhdistettiin epäpuhtauksista sekä maalattiin uudelleen joulukuussa 2010, voitiin todeta että aluksen liikuttamiseen tarvitsema potkurin työntö energia oli laskenut ~20,1 %.

Joulukuussa 2011 sukeltamalla suoritettua pohjan putsauksen jälkeen aluksen potkurien käyttämä energia määrä laski ~13,7 %.(Napa Group, 2013)

24.2 Suorituskyvyn toteen näyttäminen

Napa performance analysointi menetelmiä käyttäen konetehon arvot suodatettiin ja normalisoitiin ulkoisiin olosuhteisiin. Kuvassa 38 esitetään mitattuja nopeus-teho käyrää. Nopeus-teho käyrästä on havaittavissa kulkuvastuksen ero uuden-, telakoidun-, putsaus sukelletun- sekä likaisen pohjan välillä.

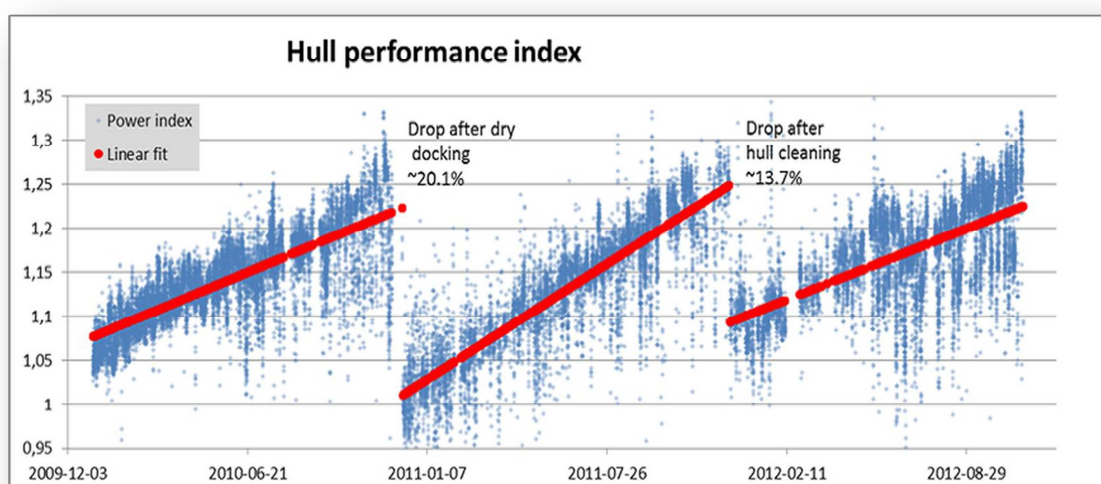
Nopeus-teho käyrän vaihtelevat arvot johtuivat aluksen likaisesta pohjasta ja siitä lisääntyneestä kulkuvastuksesta. Sukeltamalla suoritettun rungon puhdistuksen vaikutus aluksen suorituskykyyn ei ollut yhtä suuri kuin telakoinnin saatava hyöty. (Napa Group, 2013)



Kuva 38. Kulkuvastuksen erot eri pohjan kunnostuksen jälkeen, (Napa Group, 2013)

24.3 Kulkuvastuksen muutos eri pohjan puhdistuksen jälkeen

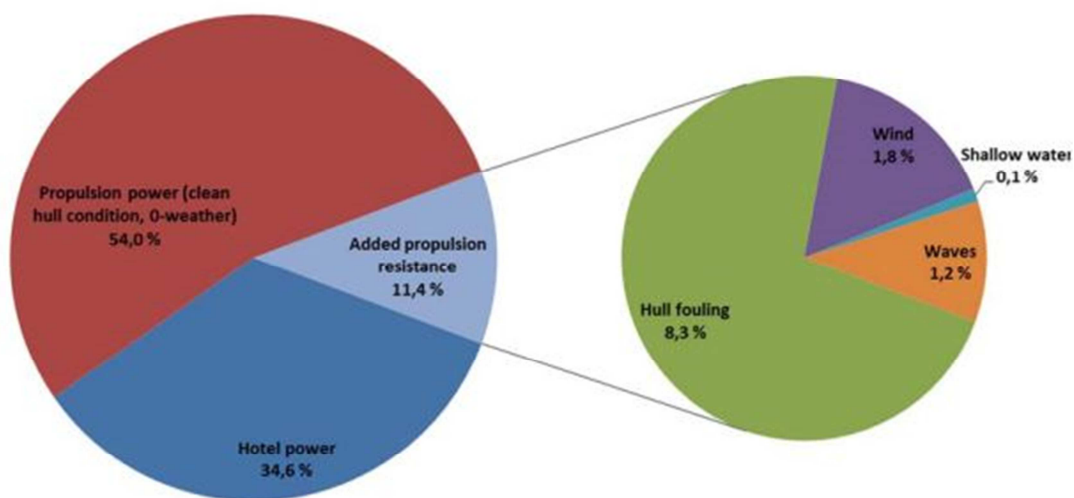
Kuvassa 39 on esitetty NAPA performance analysoinnilla saatuja kulkuvastuksen muutoksia. Kuvassa esitetään kulkuvastuksen lisääntymistä ajan kuluessa sekä. Kuvasta on huomattavissa kuinka aluksen kulkuvastukseen vaikuttaa kuivatelakointi sekä sukeltamalla tehtävä pohjan puhdistus. (Napa Group, 2013)



Kuva 39. Kulkuvastuksen lisääntyminen eri pohjan puhdistuksien jälkeen, (Napa Group, 2013)

24.4 Kyseisen aluksen käyttämän energian käyttö-jae

Kuvassa 40 on näytetty kuinka aluksessa käytettävä energia jakautuu eri osiin. Lisääntyneen kulkuvastuksen vaikuttavat tekijät ovat kuvattu kuvan oikealla ympyrä kuviolla. (Napa Group, 2013)



Kuva 40. Aluksen energian käyttö-jae kuvaelma, (Napa Group, 2013)

24.5 Tutkimuksessa olleen aluksen operointi aika

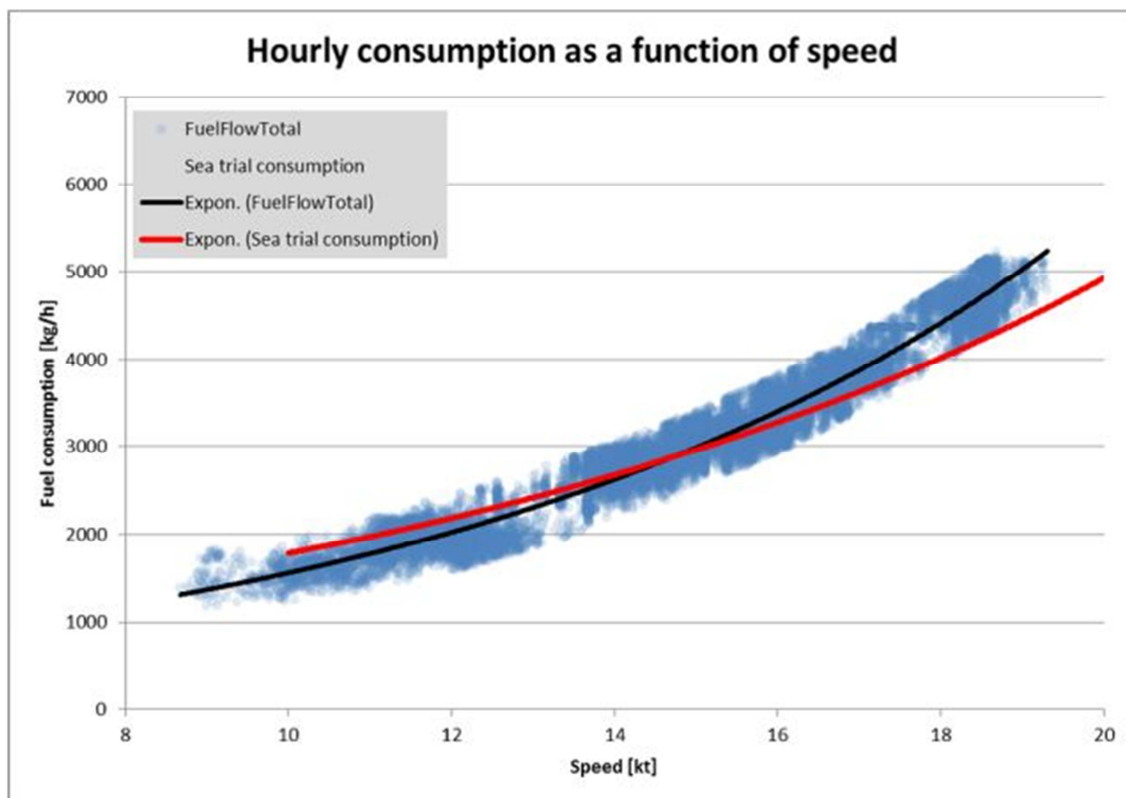
NAPA performance analyysi testissä olleen aluksen operointi aika on nähtävissä taulukosta 2. Samasta taulukosta ilmenee myös Aluksen liikkeellä oloaika, aluksen liikkeellä oloajan keskinopeus, energian kulutus satamassa sekä merellä sekä polttoaineen kulutus satamassa sekä merellä. (Napa Group, 2013)

Taulukko 2. Tutkimus aluksen operointi aika, (Napa Group, 2013)

Time period under examination (From/To)	Dec-11–2010	Dec-10–2011
Total operating hours	24840 h	
Operating hours @ sea / % of total hours	18265 h	73.5 %
Average operating speed	13.7 knots	
Average load in port	5.45 MW	
Average load @ sea	14.68 MW	
Average fuel consumption in port	24.5 t/day	
Average fuel consumption @ sea	64.6 t/day	

24.6 Kulkuvastuksen vaikutus polttoaineen kulutukseen

Napa performance analysointi menetelmällä pystyttiin näyttämään toteen kyseisen aluksen tarvitsema polttoaineen määrä vaadittavaan nopeuteen nähden. Kuvasta 41 käy toteen aluksen käyttämä polttoaineen määrä sea-trialin aikana sekä aluksen koko liikkeellä olon aikana. Käyrien ero johtui ajan kuluessa aluksen vedenaliseen runkoon kiinnittyneistä epäpuhtauksista ja niiden aiheuttamasta kulkuvastuksesta. (Napa Group, 2013)



Kuva 41. Kulkuvastuksen vaikutus polttoaineen kulutukseen. (Napa Group, 2013)

25 Eniram

Eniram on 2005 perustettu yhtiö joka tarjoaa meriteollisuudelle päätöksenteon tuki- ja tiedon keruun analysoinnin mahdollistavaa tekniikkaa, joka vähentää alusten polttoaineen kulutusta sekä vähentää päästöjä. (Eniram LTD, 2013)

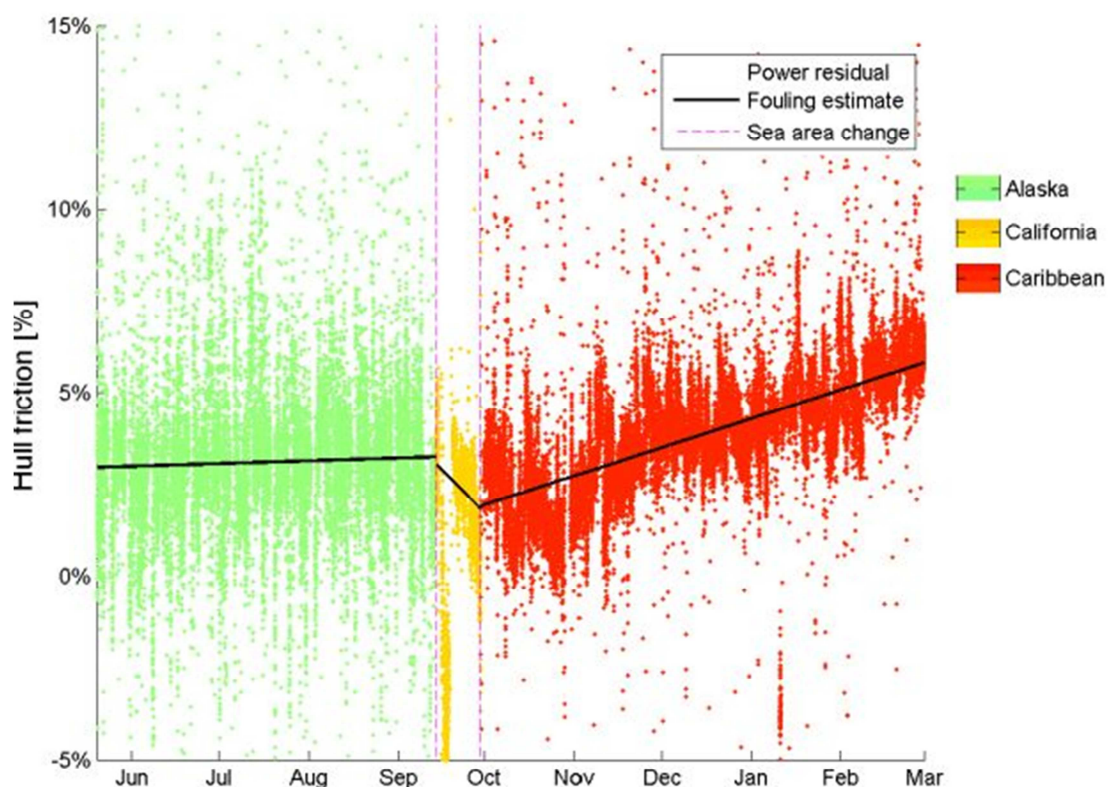
25.1 Eniram:in tutkimuksen laajuus

On vaikea ennustaa miten tietyn aluksen pohjan epäpuhtaudet lisääntyvät aluksen reitin siinä käytetyn maalipinnoitteen mukaan. Eniram käytti reaaliaikaista ja alus kohtaista tiedon keruuta yli 38000 operatiivisen laivapäivän näihin analysoituihin tuloksiin. Tutkimukseen osallistui noin 60 eri puolella maapalloa liikennöiviä risteilyaluksia.

Tutkimukseen on otettu vain aluksia jotka ovat operoineet samalla vesialueella vähintään 30 päivän ajan. Tutkimustuloksia kerättiin keskimäärin 620 päivää/alus. (Eniram LTD, 2013)

25.2 Epäpuhtaudet eri merialueilla

Aluksen pohjan likaantumisen kehityksellä on suuria eroja riippuen aluksen operoimasta merialueesta. Tutkimuksessa kerättiin tietoja risteilyalusten liikkuesssa Alaskan, Kalifornian, Karibian, Välimeren sekä muilla vesialueilla. Kuvassa 42 on esitetty kuinka eri meri alueet vaikuttavat aluksen veden alaisen rungon likaantumiseen. (Eniram LTD, 2013)



Kuva 42. Eri merialueiden vaikutus kulkuvastuksen lisääntymiseen, (Eniram LTD, 2013)

Tutkimus tuloksista oli analysoitavissa millä meri alueilla oli eniten vaikutusta kulkuvastuksen lisääntymiseen. Tutkimukset osoittivat että Karibian vesi alueilla oli suurin vaikutus aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen. Kalifornian sekä Välimeren alueilla olivat seuraavaksi isoin vaikutus kulkuvastuksen lisääntymiseen kun taas Alaskan meri alueilla oli pienin vaikutus aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen. Tutkimuksella voitiin näyttää toteen erimerialueilla vallitsevien olosuhteiden vaikutus aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen.

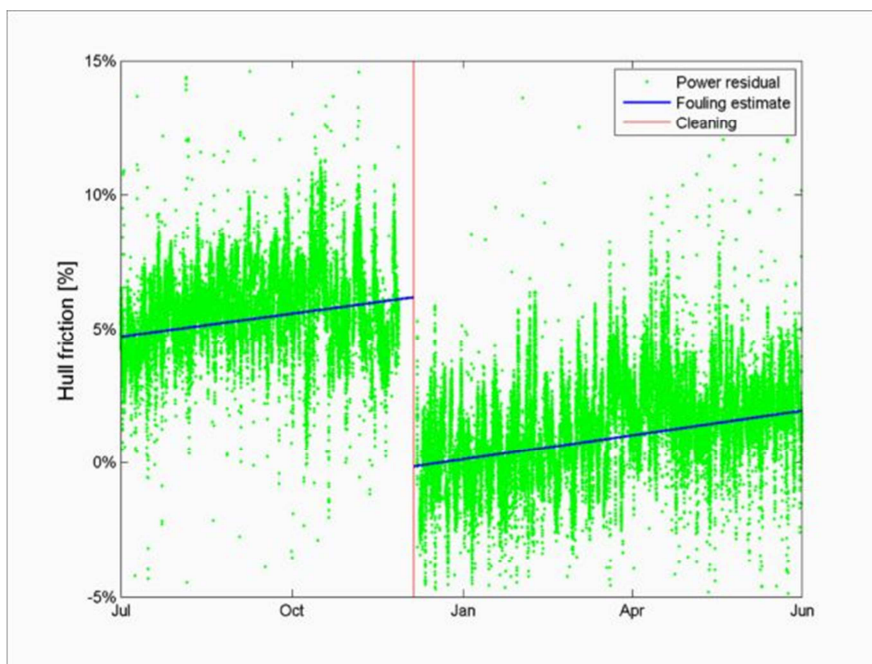
Taulukossa 3 on esitetty miten aluksen kulkuvastus lisääntyi edellä mainituilla merialueilla. (Eniram LTD, 2013)

Taulukko 3. Kulkuvastuksen lisääntyminen eri merialueilla, (Eniram LTD, 2013)

Area	Average	Standard deviation	Time in area (days)	Samples	% increase in fouling in 90 days
Alaska	2.00	1.35	3 371	25	0.9
California	2.47	1.56	1 405	14	1.1
Caribbean	3.35	3.55	9 228	74	1.5
Mediterranean	2.59	3.87	2 938	22	1.2

25.3 Telakoinnin vaikutus kulkuvastukseen Eniram.

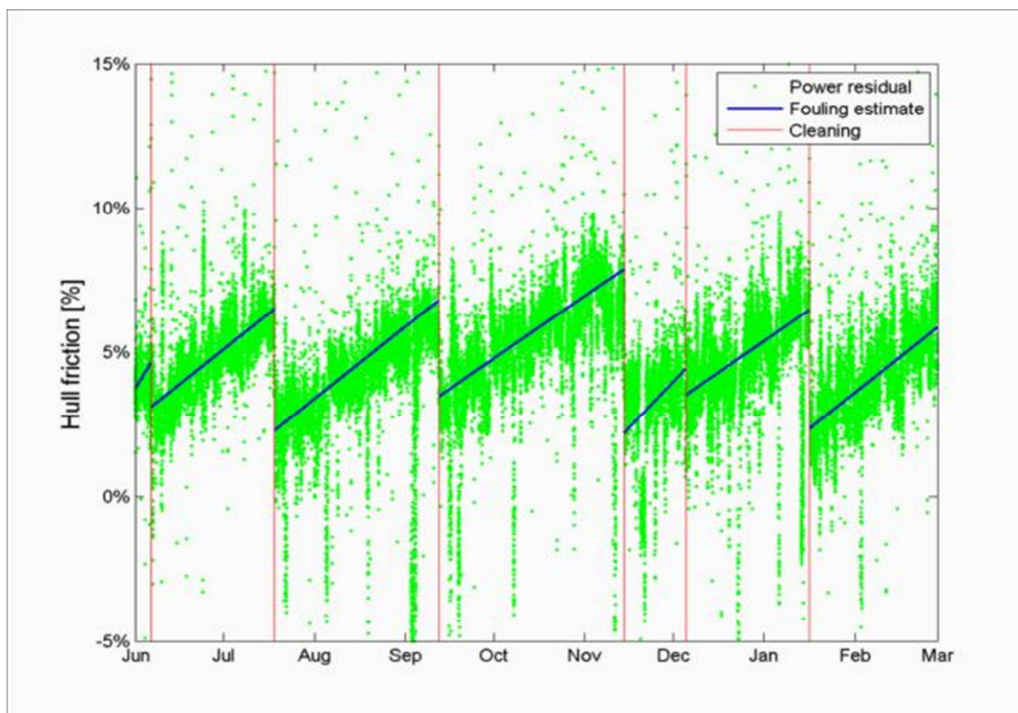
Kuvassa 43 on kuvattu Eniram:in tutkimustulos kuivatelakoinnin vaikutuksesta aluksen kulkuvastukseen. Tutkimuksessa pystyttiin näyttämään toteen aluksen kulkuvastuksen vähentyneen 5:llä %.(Eniram LTD, 2013)



Kuva 43. Telakointi puhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen, (Eniram LTD, 2013)

25.4 Mekaanisen pohjanpuhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen Eniram.

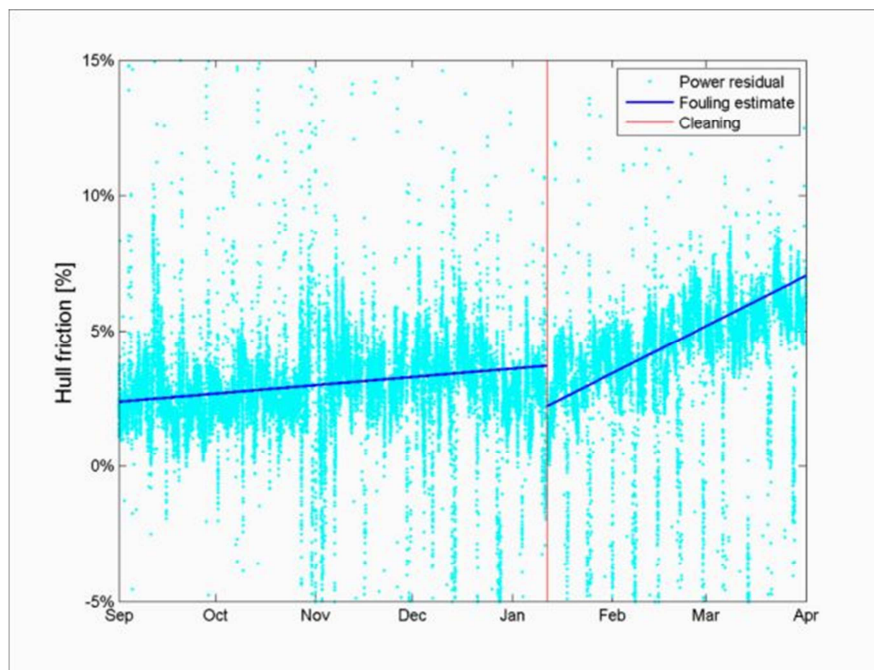
Seuraavassa esimerkissä on esitetty Eniram:in tutkimustulos mekaanisen pohjanpuhdistuksen vaikutuksesta kulkuvastuksen vähenemiseen. Tutkimus on tehty aikavälillä Kesäkuu-Maaliskuu. Tutkimustuloksista on hyvin nähtävissä kuinka mekaaninen pohjan puhdistus on vaikuttanut aluksen kulkuvastukseen vähentävästi. (Eniram LTD, 2013)



Kuva 44. Pohjan puhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen, (Eniram, 2013)

25.4.1 Epäonnistunut pohjanpuhdistus sukeltamalla

Joskus aluksen pohjanpuhdistus sukeltamalla saattaa epäonnistua. Jos työ suoritetaan huonosti saattaa aluksen kulkuvastus lisääntyä normaalia nopeammin. Suurempana vaarana on että harjaus vaurioittaa aluksen vedenalaisen rungon maalipintaa. Vaurioituneeseen maalipintaan epäpuhtaudet kiinnittyvät nopeammin joka vaikuttaa aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen kiihtyvästi. Kuvassa 45 on kuvattu epäonnistuneen harjauksen vaikutusta aluksen kulkuvastuksen lisääntymiseen. Kuten kaaviosta käy ilmi niin Tammikuun 7. suoritetun harjauksen jälkeen aluksen kulkuvastuksen lisääntyminen on aiempaa/normaalia nopeampaa. (Eniram LTD, 2013)



Kuva 45. Epäonnistuneen pohjan puhdistuksen vaikutus kulkuvastukseen, (Eniram LTD, 2013)

25.5 Aluksen pohjan kulkuvastuksen taloudellinen vaikutus Eniram.

Kun aluksen kulkuvastus lisääntyy, alus tarvitaan enemmän konetehoa ylläpitämään haluttua kulkuvauhtia, joka vaikuttaa aluksen käyttämän polttoaineen määrään lisääntymiseen. Lisääntynyt polttoaineen kulutus vaikuttaa myös hiilidioksidi päästöjen lisääntymiseen.

Seuraavassa esimerkissä on kuvattu kuinka aluksen polttoainekustannukset nousevat eri merialueilla jos aluksen pohjaa ei puhdisteta. Tutkimus tulos näyttää toteen miten paljon aluksen polttoaine kustannukset nousevat yhden vuoden aikana.

Tutkimustulos viittaa siihen, että aluksen vedenalaisen rungon likaantuminen vaihtelee suuresti maantieteellisen sijainnin mukaan. Tutkimus näytti myös toteen että aluksen liikkumisella esimerkiksi Karibialta Alaskan merialueelle on puhdistava vaikutus aluksen vedenalaiselle rungolle. Eniram on pystynyt kehittämään viitearvojen määrittämiseksi mallin vertailemalla yksittäisiä aluksia ja niiden vedenalaisen rungon

likaantumista. Rungon likaantumista esittävä viitearvo on laskettu sen mukaan kuinka monta megawattia aluksen energian kulutus kasvaa päivässä aluksessa jonka potkuri teho on 20 megawattia. (Eniram LTD, 2013)



Kuva 46. Eri merialueiden viitearvoja, (Eniram LTD, 2013)

Käyttäen kuvan 46 viitearvoja vertaillen alueellisia eroja, voimme arvioida taloudellisia- sekä ympäristöön vaikuttavia säästöjä.

Taulukossa 4 on alus jonka käyttöaste on 60 % 360 päivän aikana, polttoaineen maksaessa 700 USD/tonni, aluksen ollessa 110000 GT, 20 megawatin potkuri tehoilla. (Eniram LTD, 2013)

Taulukko 4. Kulkuvastuksen lisääntymisestä johtuva polttoaineen kulutuksen lisääntyminen sekä kustannusten lisääntyminen eri merialueilla, (Eniram LTD, 2013)

Area	Power MWh	Fuel tons	CO2 tons	USD
Alaska	1,800	400	1,250	280,000
California	2,300	500	1,560	350,000
Caribbean	3,100	700	2,185	480,000
Mediterranean	2,400	500	1,560	370,000

26 Polttoaineen säästäminen Suomalaisissa varustamoissa

Varustan aluksilla joille mekaaninen pohjan puhdistus suoritetaan säännöllisesti, on mahdollisuus säästää rahaa polttoaine kustannuksissa. Toistuvalla mekaanisella pohjan putsaamisella saadaan aikaa hyötyä aluksen pohjan kunnossapidon kannalta siten, ettei suuriin puhdistus ja maalaustöihin ole tarvetta aluksen telakoidessa. Toistuvalla mekaanisella puhdistamisella estetään epäpuhtauksien synty aluksen pohjaan ja siten aluksen pohjan kunto pysyy pidempään käytännöllisessä kunnossa.

Joissakin varustamoissa mekaanista putsaamista harrastetaan erittäin ahkeraan kuten Viking-Line ab joka käyttää laivoihinsa mekaanista pohjan putsausta useampaan kertaan vuodesta vaikka alukset liikennöivätkin erittäin paljon jäissä talven aikana.

Viking-Line on todennut hyväksi aluksen pohjan harjaus ajankohdaksi toukokuu-syyskuu joka kolmannen viikon välein. (Viking-Line ab, 2011)

Neste Oil:

Tankkerin kylkiin, pohjan ja potkuriin pikku hiljaa kertyvä kasvusto lisää vedenvastusta ja sitä kautta polttoaineenkulutusta. Parhaillaan selvitetään, millaisin välein ja millä tekniikalla alusten runkoja olisi järkevää puhdistaa. (Neste OY, 2011)

27 Johtopäätökset ja kehitysideat

Opinnäytetyötä tehdessäni minulle kävi selväksi kuinka paljon laivan henkilökunta (kansipääallystö) oli tietoinen mekaanisesta pohjanpuhdistuksesta. Suureksi yllätykseni ilmeni, ettei laivan kansipääallystöllä ollut selkeää kuvaa mekaanisesta pohjan puhdistamisesta ja siitä saatavista hyödyistä. Suureksi osaksi keskusteltuani useamman kansipääallystön jäsenen kanssa kävi selväksi että aiheesta ei ole puhuttu suuresti merimies kouluissa. Osittain koulutus vastuu kansipääallystön jäsenien ammattitaidosta kuuluu myös varustamoille joiden kiinnostus asiaan on herännyt vasta viime vuosina jatkuvasti nousevan polttoaineen hinnan takia.

Jotta uuden merikoulujen opiskelijat saisivat hyvän tietopohjan ammattitaitoonsa, ehdottaisin seuraavaa. Mielestäni olisi hyvä, jos merikoulut ottaisivat opinto suunnitelmaan jonkunlaisen kurssin jossa keskityttäisiin laivan käyttämän energian säästämiseen yleisellä tasolla. Laiva on iso laitos jossa voidaan säästää käytettävää energiaa suuriakin määriä jos henkilökunta on laivan toimivuudesta kokonaisuutena perehdytetty.

Laivan henkilö kunnan kouluttaessa uusia työntekijöitä olisi tärkeää kertoa laivan tekniikasta ja toimivuudesta tarkasti. Jotta uudelle työntekijälle saataisiin oikeanlainen asenne säästöjen lisäämiseen, olisi laivan taloudellisesta kulustakin kerrottava mahdollisimman tarkasti kuten hyväksi todetut konetehot/tarvittavat määrät, aluksen optimi trimmin vaikutus, aluksen kölin alla olevan veden minimi syvyys optimaalisen konetehoa valitessa jne.

28 Loppusanat

Tavoitteeni oli tuoda merenkulun ammattilaisille tieto paketti pohjan mekaanisesta puhdistuksesta ja sen tuomista hyödyistä. Tutkiessani aihetta ja kerätessäni tietoisuuttani kävi selväksi että tutkielmassani oli vaikea julkaista ihmisten kokemuksia mekaanisen puhdistuksen faktoista ja hyödyistä. Kaiken tieteellisen tiedon pohjana käytin Napa Groupin ja Eniram LTD tekemiä pitkänajan tieteellisiä tutkimuksia. Itse pidän Napa Groupin sekä Eniram LTD tutkimustuloksia erittäin uskottavina ja todenmukaisina.

Itse olen ollut todistamassa monesti kun aluksen pohjan puhdistamista on suoritettu. Omien kokemusten perusteella aluksen kulkuvauhti on kasvanut käytettäessä samaa konetehoa kuin ennen puhdistusta. Omat kokemukseni perustuvat aluksen käyttämiin polttoaine kulutus ohjelmaan jota olen työssäni täyttänyt viimeisen yhdeksän vuoden ajan. Muuttuvia tekijöitä töissäni on kuitenkin paljon kuten aluksen trimmi, aluksen syväys, tuulen suunta ja vauhti jne. joka vaikeuttaa faktojen keräämistä ja toteen näyttämistä työstäni.

Polttoaine kustannusten noustessa alusten omistajat ovat kokoajan enemmän halukkaita tiedostamaan uusia mahdollisuuksia säästää polttoaine kuluissa. Samalla kun aluksen liikennöidessä kulutamme vähemmissä määrin polttoainetta, vähennämme myös polttoaineen palamisesta seuraavaa pakokaasun määrää.

Kun aluksella säästetään polttoainetta mekaanisella pohjan putsamisella, niin sen vaikutuksesta hyötyy myös maapallomme luonto. Polttoaineen palamisesta syntyvistä pakokaasu päästöistä suurin osa sisältää ainesosia jotka ovat ihmisille myrkyllisiä, tuhoavat luontoa sekä ohentavat otsooni kerrosta. On myös tärkeää että maapallon luonto hyötyy laivojen pienentyvistä pakokaasu määristä sekä voimme jättää tuleville sukupolvillemme edes pikkaisen puhtaamman planeetan.

29 Kriittinen tarkastelu

Työtä aloittaessani en ollut kovinkaan tietoinen mekaanisesta pohjan puhdistamisesta. Mielenkiintoni aiheeseen heräsi kun tutustuin mekaanista pohjanpuhdistusta suorittaviin sukeltajiin työni kautta. Aihe tuntui mielenkiintoiselta ja nykypäivän taloudellisiin puhe aiheisiin sopivalta.

Vaikka olin mielessäni valmistellut opinnäyte työtäni jo syksystä 2010 lähtien, pääsin aloittamaan työni kunnolla vasta keväällä 2013. Työni alussa oli vaikeaa saada materiaalia kokoon opinnäytetyössäni olevien henkilöiden kiireiden takia, mutta lopulta onnistuin tapaamaan kaikki henkilöt. Myöhemmässä vaiheessa oman elämäni suuret muutokset jarruttivat opinnäytetyöni valmistumista huomattavasti. Opinnäytetyöni aiheen ollessa enemmän pinnalla viimevuosina myös varustamoiden johtohenkilöille sekä laivan henkilökunnalle, tekee työstä osittain vanhentuneen jo valmistuessaan.

Aihe alueen supistamisen johdosta työni jäi mielestäni hyvin pinnalliseksi. Olisin mielelläni tuonut enemmänkin esiin asioita kuten laivan vedenalaisen maalin värin vaikutus epäpuhtauksien lisääntymiseen. Mielestäni oli kuitenkin hyvä pitää työni jokseenkin yleisenä tietopakettina mekaanisesta pohjan puhdistamisesta uudelle merenkulun opiskelijalle tai aiheesta muuten vain kiinnostuneelle.

Opinnäytetyöni lähteiden kerääminen oli jokseenkin haastavaa. Onneksi sain hyviä vihjeitä matkan varrelta henkilöistä keneen voisin olla yhteydessä että saisin ammatti laatuista informaatiota kyseisestä aihe alueesta.

Lähdeluettelo

Towsin, R.L. & Wynne, J.B. (1979), *The Economic Importance of Hull Condition*, 20-27

Seaworks (2012), *Fuel Conservation through Managing Hull Resistance*
<http://www.seaworks.eu/lien-polish2.pdf> (haettu 1.4.2012)

Napa Group. (2013) *Performance analysis*.

Eniram LTD. (2013) *Study of hull fouling on cruise vessels across various seas*.

Viking-Line ab. (2011) *Ympäristö/pohjanpuhdistus*
<http://www.vikingline.fi/yritysinfo/ymparisto.asp> (haettu 3.4.2011)

Neste OY. (2011) *Selvitys pohjan puhdistamisesta*
<http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,88,286,7849,11344,11345>
(haettu 3.4.2011)